

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

БАБІЙЧУК СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 373.5.016:004:[629.78:55]:001.32(477)МАН](043.3)

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ
З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ
В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

13.00.01 - загальна педагогіка та історія педагогіки

Дисертація на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

науковий консультант: Довгий Станіслав Олексійович,
доктор фізико-математичних наук, професор,
академік НАН України, академік НАПН України



Київ - 2024

АНОТАЦІЯ

Бабійчук С.М. Теорія і практика впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора педагогічних наук за спеціальністю 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки. – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, 2024.

У дисертаційному дослідженні досягнута мета, яка полягає у науковому обґрунтуванні теоретичних засад та результатів практичного впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України. В роботі обґрунтовано та експериментально перевірено модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. Вирішено завдання дослідження, а саме: здійснено теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі; обґрунтовано ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію; визначено смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»; обґрунтовано теоретичний базис: сутність, зміст і зв'язки-залежності ІОС з основ ДЗЗ; окреслено технологію практичної реалізації ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; визначено організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ; обґрунтовано модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ; практично перевірено ефективність впровадження моделі в систему МАНУ за етапами освітньо-наукової інновації.

Окреслено методику дослідження ІОС з основ ДЗЗ через етапи впровадження освітньо-наукової інновації, зокрема: виявлення суперечності, зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності, розробка інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу масштабування, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, удосконалення інновації, органічна інтеграція або стагнація.

У рамках дослідження розроблено та апробовано навчально-методичний комплекс «Основи Дистанційного зондування Землі», який складається з рівнів за темами: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Навчально-методичний комплекс розроблений для методичної підтримки освітнього процесу МАНУ, визначено та обґрунтовано засоби, форми та методи застосування технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів МАНУ. В процесі і результаті цього дослідження в структурі Національного центру МАНУ організовано роботу лабораторії «ГІС та ДЗЗ» та мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» у 14 її територіальних відділеннях.

Ключові слова: інформаційно-освітня система, дистанційне зондування Землі, освітньо-наукова інновація, освітній процес Малої академії наук України.

ABSTRACT

Babiichuk S.M. Theory and practice of implementation of an information-educational system based on remote sensing in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine. - Copyright of the manuscript.

Dissertation for the degree of Doctor of Pedagogical Sciences in speciality 13.00.01 - General Pedagogy and History of Pedagogy. - Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, 2024.

The Doctoral Thesis has achieved its goal, which is to scientifically substantiate the theoretical foundations and results of the practical implementation of an information-educational system (IES) based on remote sensing in the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine. In the research the model of the information-educational system for geoscientific training of the participants of the educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine (JASU) for the application of remote sensing technologies was theoretically substantiated and experimentally verified. The research tasks were solved, namely: theoretical analysis of the conceptual-terminological apparatus of the problem of implementation of remote sensing technologies in the educational process in psychological-pedagogical and scientific-methodological literature was carried out. The IES based on remote sensing as an educational innovation was substantiated. The semantic field of the terms "remote sensing information-educational system" and "educational innovation" was defined. The theoretical basis was substantiated: the nature, content and interdependencies of the remote sensing based IES. The technology for the practical implementation of remote sensing IES in JASU was outlined. The organisational-pedagogical conditions for the implementation of remote sensing IES were determined. The model of the information-educational system for geoscientific training of the participants of the educational process of JASU for the application of remote sensing technologies was substantiated. The effectiveness of the implementation of the model in the JASU system was practically verified through the stages of pedagogical-scientific innovation.

The research methodology of the IES based on remote sensing through the stages of implementation of the pedagogical-scientific innovation was outlined, including: identification of the contradiction, genesis of the idea to overcome this contradiction, development of the innovation, testing of the innovation, verification of the effectiveness of the innovation, adjustment of the innovation in accordance with the results of the previous stage, verification of the effectiveness of the innovation in scaling, improvement of the innovation and organic integration

or stagnation. Within the framework of the research the pedagogical-methodological complex "Fundamentals of Remote Sensing " was developed and tested, consisting of thematic levels: "Fundamentals of Remote Sensing: History and Practice", "Fundamentals of Remote Sensing: Analysis of Space Images in GIS", "Fundamentals of Remote Sensing: Processing and analysis of satellite images on the Google Earth Engine platform". The pedagogical-methodological complex was developed for the methodical support of the educational process of JASU, and the tools, forms and methods of application of remote sensing technologies in the research activities of JASU students were determined and substantiated. In the process and as a result of this research, the work of the "GIS and Remote Sensing" laboratory and the network of "GIS and Remote Sensing" scientific clubs in 14 of its territorial branches was organised within the structure of the National Centre of JASU.

Keywords: information-educational system, remote sensing of the Earth, pedagogical-scientific innovation, educational process of the Junior Academy of Sciences of Ukraine.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕННЯ

Монографії

1. Довгий С. О., **Бабійчук С. М.** Застосування геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі у дослідницькій діяльності старшокласників: монографія. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2017. 228 с. ISBN 978-966-2633-89-4.
2. Довгий С.О., Копійка О.В., **Бабійчук С.М.** Інтерпретація (дешифрування) та аналіз супутникових знімків *Геоінформатика: теорія і практика: колективна монографія*. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2023. 787 с. ISBN 978-617-7945-60-3.

Статті у наукових фахових виданнях України

3. **Бабійчук С.М.** Першопричини зародження наукової освіти в період становлення античної філософії. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. Слов'янськ, 2017. Вип. 6. С. 128–136.
4. **Бабійчук С. М.** Передумови зародження наукової освіти в епоху Відродження. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія: Педагогіка та психологія*, 2017. Вип. 2. С. 19–21.
5. **Бабійчук С. М.** Геоінформаційні системи та дистанційне зондування землі як засоби інформатизації дисциплін природничого циклу в Малій академії наук України. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2018. № 1. С. 3–11.
6. **Бабійчук С. М.** Пріоритетні шляхи реформування наукової освіти США. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 151(1). С. 156–159.

7. **Бабійчук С. М.** Наукова освіта як педагогічний концепт. *Молодь і ринок*, 2018. № 2. С. 60–63.
8. **Бабійчук С. М.** Ретроспективний аналіз ролі освіти та науки у братських школах України. *Інноватика у вихованні*, 2018. Вип. 7(2). С. 46–53.
9. **Бабійчук С. М.** Наукова освіта у школах США: ретроспективний аналіз. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Сер. : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 1. С. 224–228.
10. **Бабійчук С. М.** Застосування геоінформаційних систем у дослідницьких роботах учнів Київської Малої Академії Наук. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 155. С. 89-92.
11. **Бабійчук С. М.** Основні етапи учнівського дослідження на уроках науки в школах США. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*, 2018. Вип. 58. С. 54–59.
12. **Бабійчук С. М.** STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*, 2018. № 1. С. 12–17.
13. **Бабійчук С. М.** Деякі підходи до розуміння терміна «наукова картина світу». *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2020. Випуск 30. Том 3. С. 206–212.
14. **Бабійчук С. М.** Огляд ролі наукового методу в освітній сфері епохи Нового часу. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: «Педагогічні науки»*, 2020. Вип. 2.2020. С. 10–15.
15. **Бабійчук С. М.** Педагогічна концепція «наукова освіта». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2020. №23. С. 14–21.
16. **Бабійчук С. М.** Формування навичок «4К» на основі дослідницької діяльності учня. *Гірська школа Українських Карпат*, 2020. №22. С. 171–174.

17. **Бабійчук С. М.** До питання ролі наукового методу в освіті наукового спрямування. *Збірник наукових праць проблеми підготовки сучасного вчителя*, 2020. №2. С. 6–11.

18. Ковальова О. А., Кузьменко Г. В, **Бабійчук С. М.** Теоретико-прикладні аспекти створення інноваційних освітніх методик у системі Малої академії наук України. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*, 2021. №26. С. 7–15.

19. **Бабійчук С. М.** Результати організації Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2023. № 46 (10-11). С. 82–90.

20. **Бабійчук С. М.**, Васинюк Т. В. Можливість використання супутникових знімків у дослідницькій діяльності учнів Малої академії наук України в умовах російсько-української війни. *Наукові записки Малої академії наук України*, 2024. № 2. С. 3-12.

Публікації у наукових фахових виданнях іноземних держав та у виданнях, які включені до міжнародних наукометричних баз

21. Довгий С. О., **Бабійчук С. М.**, Юрків Л. Я., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Данилов С. О. Застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2020. № 80(6). С. 21–38 (**Web of Science**).

22. Dovgyi S.O., Nebrat V. V., Svyrydenko D. B. **Babiichuk S.M.** Science education in the age of Industry 4.0: challenges to economic development and human capital growth in Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 2020. № 1, pp. 146–151 (**Scopus**).

23. Dovgyi S.O., **Babiichuk S.M.**, Tomchenko O.V. Experience of Using Planet Earth Observation Data in Retraining Courses for Educators in the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*, 2023. Vol. 95, №3. pp. 197–214 (**Web of Science**).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

24. **Бабійчук С. М.** Результати впровадження STEM-освіти у Київській Малій академії наук. *Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку»*. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 9-10 листопад 2017. С. 15–18.

25. **Бабійчук С.М.,** Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Застосування сервісу EO Browser в освітній діяльності: досвід лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Малої академії наук України. *Перспективи впровадження ГІС-технологій у прикладні дослідження* : збірник результатів науково-прикладних досліджень. Київський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка. Київ, 2020. С. 42-45.

26. **Babiichuk S.M.,** Dovgyi S.O., and Kuchma T.L. Using Remote Sensing Technologies to Improve Climate Literacy of Students at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *EGU General Assembly 2021*. Online. 19-30 Apr 2021, EGU21-5380, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>, 2021

27. **Babiichuk S.M.,** Tomchenko O.V., Kobliuk N.S. Advanced Training Course on Remote Setting for Educators at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *Earth Observation for Environmental Monitoring - 41st EARSeL Symposium. 6th EARSeL Workshop on Developing Countries Symposium Book of Abstracts*. Paphos, Cyprus. 13-16. Sept. 2022. pp. 51-52.

28. **Babiichuk S.M.,** Pikul S.T., Davybida L.I., Tomchenko O.V., Hordiienko O. S. Using Satellite Imagery as an Educational Tool: Experience on the example of the All-Ukrainian Summer School on Remote Sensing 2021-2022. *GeoTerrace*. Online. 2-4 Oct 2023. GeoTerrace-2023-075 <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023510075>

29. **Babiichuk S.M.,** Dovgyi S. O., and Davybida L. I. Remote sensing as a tool for science education and engagement: the case of the All-Ukrainian competition «Ecoview». *EGU General Assembly 2024*. Vienna, Austria. 14-19 Apr 2024, EGU 24-6381, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дослідження

30. **Бабійчук С. М.** Науково-дослідницькі роботи учнів-членів Київської Малої академії наук, виконані з використанням концепту STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки*, 2017 Вип. 10. С. 208-219.

31. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / Довгий С. О., Лялько В. І., **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с. ISBN 978-617-7734-01-6

32. Алексик Н.І., Яковлева Т.М., Томченко О. В., **Бабійчук С.М.** Результати застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем у науково-дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія «Педагогічні науки»*, 2019. Вип. 15. С. 6-13.

33. **Babiichuk S.**, Iurkiv L., Tomchenko O., Kuchma T. Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and practice of science education*, 2019. Vol. 1, Iss. 1-2. pp. 58-70.

34. Довгий С.О., Терлецька К.В., **Бабійчук С.М.** Кліматична освіта в Малій академії наук України. Національний центр «Мала академія наук України», 2020. № 2 (18). С. 3–13.

35. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: навч.-метод. посіб. / Довгий С. О., **Бабійчук С. М.**, Кучма Т.Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с. ISBN 978-617-7945-11-5

36. Основи дистанційного зондування Землі: робочий зошит. Частина 1. / Бабійчук С. М., Юрків Л. Я., Томченко О. В., Кучма Т. Л. Київ :

Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 80 с. ISBN 978-617-7945-43-6

37. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: робочий зошит. Частина 2 / **Бабійчук С. М.**, Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Томченко О. В. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 224 с. ISBN 978-617-7945-20-7

38. Довгий С.О., **Бабійчук С.М.**, Томченко О.В., Лялько В. І. Досвід проведення спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» для педагогічних працівників. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 2021. №21. С. 1–7.

39. Збірник інноваційних практик наукової освіти учнів Малої академії наук України / Ковальова О.А., Міленіна М.М., Кузьменко Г.В, Бурлаєнко Т.І., **Бабійчук С.М.**, Дубініна О. В., Казакова О.І. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2021. 122 с. ISBN 978-617-7734-35-1.

40. Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine : навч. посіб. / **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В., Давибіда Л. І., Коблюк Н. С., Пікуль С. Т. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 116 с. ISBN 978-617-7945-58-0

41. **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: 2-ге вид. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 24 с.

42. **Бабійчук С. М.**, Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: 2-ге вид. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 28 с.

43. **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям.

обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 24 с.

44. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування. Вид. 2-ге, доповн. і переробл./ **Бабійчук С. М.**, Юрків Л.Я., Томченко О.В., Кучма Т.Л., Коблюк Н.С., Гордієнко О.В. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 152 с. ISBN 978-617-7945-05-4

45. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine / **Бабійчук С. М.**, Гордієнко О. В., Томченко О. В., Коблюк Н. С., Голод В. І., Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Пікуль С. Т. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 200 с. ISBN 978-617-7945-09-2

46. **Бабійчук С.М.**, Томченко О.В. Моніторинг наслідків російсько-української війни інструментами ДЗЗ: збірник практичних робіт за ред. С.О. Довгого. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 35 с.

Зміст	
ВСТУП -----	16
РОЗДІЛ I. НАУКОВІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ -----	32
1.1. Наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система» -----	32
1.2. Відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення -----	61
1.3. Смысловое поле термінологічного апарату дослідження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі-----	72
1.4. Інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі як авторська освітньо-наукова інновація. -----	84
1.5. Передумови впровадження і розвитку інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в структурі Малої академії наук України-----	94
<i>ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I -----</i>	<i>104</i>
РОЗДІЛ II. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ СУТНОСТІ І ЗМІСТУ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ -----	108
2.1. Методика дослідження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі як освітньо-наукової інновації-----	108
2.2. Сутність інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі -----	117
2.3. Зміст інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі-----	131
2.4. Перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі Малої академії наук України -----	141

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II-----	146
РОЗДІЛ III. МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В МАЛІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ-----	150
3.1. Блоки-модулі моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі -----	150
3.2. Зв'язки-залежності структурних компонентів моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі-----	257
3.3. Моделювання партнерських суб'єкт-суб'єктних відносин в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі -----	261
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ III-----	266
IV. ПРОЦЕС УПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ АВТОРСЬКОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В СТРУКТУРІ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ -----	270
4.1. Впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі як багатоаспектне явище -----	270
4.2. Організаційно-педагогічні умови і критерії впровадження моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в МАН України. -----	286
4.3. Напрями реалізації моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі.-----	303
4.4. Технологічне забезпечення процесу впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в структурі Малої академії наук України. -----	307
4.5. Досвід широкого впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в практику регіональних осередків Малої академії наук України -----	328
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ IV-----	346

РОЗДІЛ V. ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АВТОРСЬКОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В РОЗВИТКУ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ -----	350
5.1. Результативність етапів упровадження моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України-----	350
5.2. Динаміка розвитку дослідницької компетентності учня -----	360
5.3. Особливості й тенденції професійного зростання педагогічних працівників-----	407
5.4. Перспективи розвитку авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітньому просторі Малої академії наук-----	418
5.5. Методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в масову освітню практику -----	423
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ V-----	427
ВИСНОВКИ-----	434
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ-----	441
ДОДАТКИ _____	468

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ДЗЗ – дистанційне зондування Землі

ГІС – геоінформаційні системи

ІОС – інформаційно-освітня система

ІТ – інформаційні технології

ЄКА – Європейське космічне агентство

МАНУ – Мала академія наук України

N – Національне управління з авіації і дослідження космічного простору (з англ. – National Aeronautics and Space Administration)

ЮНЕСКО – Організація Об'єднаних Націй з питань освіти, науки і культури (з англ. – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization)

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Використання технологій дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) в освітньому процесі Малої академії наук України (далі – МАНУ) поступово стає органічним компонентом формування дослідницької компетентності учня під час вивчення наук про Землю, зокрема, як інструмент для збору, систематизації, обробки, аналізу та відображення геоданих. У час війни актуальність використання супутникових знімків загострилася, оскільки ці дані є джерелом первинної інформації про стан навколишнього середовища територій, які недоступні для польових розвідок (тимчасово-окуповані, заміновані, наближені до лінії фронту тощо).

Тенденції до впровадження інформаційних технологій (далі – ІТ) в освітній процес відображаються у державних правових документах, що стосуються освітньої діяльності, зокрема: у Законі України «Про освіту» (2017), Концепції реалізації державної політики у сфері реформування загальної середньої освіти «Нова українська школа» на період до 2029 року, Концепції розвитку освіти України на період 2015 – 2025 років (2014), Концепції розвитку природничо-математичної освіти (STEM-освіти) (2020), Проекту Концепції позашкільної освіти в умовах воєнного стану (2023). У законах, положеннях та наказах Міністерства освіти і науки України, які регламентують діяльність роботи Малої академії наук України, зокрема: Закон України «Про позашкільну освіту» (2021),

Положення про малу академію наук учнівської молоді (2006), Наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження Правил проведення Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України» (2021). У міжнародних правових документах, зокрема: Цілях сталого розвитку ООН (2015), Порядку денному у сфері сталого розвитку до 2030 року від ООН, Декларації про науку і використання наукових знань та Науковий порядок денний: Рамкова

програма дій, що була представлена на 30 Генеральній Конференції ЮНЕСКО (1999), Декларації про «Майбутнє освіти в галузі наук про Землю та космос», яка схвалена Міжнародним союзом геодезії та геофізики (з англ. – IUGG) Міжнародною картографічною асоціацією, Міжнародним географічним союзом, Міжнародним товариством фотограмметрії та дистанційного зондування (з англ. – ISPRS) та іншими організаціями; Звіти Всеєвропейської академії наук.

Важливим етапом у нашому дослідженні були результати 39-ї сесії Генеральної конференції ЮНЕСКО (2018), де МАНУ отримала статус Центру ЮНЕСКО 2-ої категорії. Це підсилило роль організації як освітньої платформи, яка надає ресурси та можливості для розвитку освіти через впровадження ІТ, просуванні інноваційних методик та інструментів наукової практики в Україні й країнах Східної Європи, а також у країнах Африки, Близького Сходу та Центральної Америки.

Передумовою отримання цього статусу була багаторічна робота з організації, масштабування та популяризації дослідницької діяльності серед учнів у нашій країні і за кордоном, зокрема, через розробку, апробацію методик, впровадження ІТ в освітній процес, організацію конкурсів, конференцій, симпозіумів, літніх шкіл тощо. Ще одним важливим етапом міжнародного визнання в напрямку впровадження технологій ДЗЗ є включення у 2018 році Національного центру «МАН України» до програми Академія Копернікус (з англ. – Copernicus Academy) – програма реалізується в рамках Європейської Космічної стратегії та підтримується Європейською Комісією і Європейським космічним агентством.

Впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі (далі – ІОС з основ ДЗЗ) в МАНУ базується на освітній концепції наукової освіти. Ми визначаємо її як освітню концепцію, націлену на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього

процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу, враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня. Визначено три цільові групи дослідження: учні МАНУ, педагоги МАНУ та науково-педагогічні працівники МАНУ.

У роботі використано:

- положення філософських концепцій українських учених щодо функціонування та розвитку освітніх систем (В. Андрущенко, С. Гончаренко, С. Довгий, В. Кремень, В. Огнев'юк, С. Сисоєва, О. Савченко, Н. Дем'яненко, С. Терепищій та ін.);

- концептуальні положення загальної педагогіки та історії педагогіки (О. Локшина, Л. Березівська, В. Шпак, Т. Кучай, М. Близнюк, Л. Ваховський, Н. Гупан, А. Бойко, Н. Дем'яненко, Н. Дічек, О. Матвієнко, С. Лобода, О. Биковська, О. Петренко, Г. Падалка, Н. Побірченко, О. Пометун, С. Кушнірук, О. Фізеші, М. Чумак, Н. Сейко, О. Сухомлинська, М. Ярмаченко, О. Кравченко, О. Глазунова та інші);

- концепція наукової освіти, як спосіб системного впливу на якість освітнього процесу (В. Вернадський, Дж. Дьюї, Ж. Шарпак, П. Лена, Л. Ледерман, С. Довгий, Л. Гриневич, Н. Морзе, Ю. Гоцуляк, М. Гальченко, Н. Поліхун, В. Небрат, Д. Свириденко, І. Сліпухіна, І. Чернецький та інші);

- застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі (С. Довгий, О. Нестеренко, Т. Курач, Г. Байрак, С. Кохан, С. Булигін, Л. Даценко, В. Остроух, В. Удовиченко, О. Томченко, Т. Кучма, О. Король, Т. Євсюков та інші).

Водночас державне та міжнародне визнання досягнень МАНУ в розвитку інноваційних методик, впровадження ІТ в освітній процес, створення умов для залучення учнів до дослідницької діяльності і теоретичне обґрунтування практичної реалізації цих умов виявляє ряд прогалин, зокрема у загальній педагогіці, оскільки немає цілісного й системного дослідження, яке би теоретично висвітлювало етапи, компоненти та історію впровадження

нових напрямків дослідницької діяльності в МАНУ від рівня ідеї до створення цілої спільноти. В нашій роботі ми описуємо цей процес на прикладі впровадження ІОС з основ ДЗЗ, що стало пусковим механізмом для створення лабораторії «ГІС та ДЗЗ» у Національному центрі «Мала академія наук України» та мережі секцій «ГІС та ДЗЗ», які сьогодні працюють у 14 її територіальних відділеннях.

Актуальність дослідження зумовлена низкою суперечностей, зокрема:

- між запитом суспільства на використання ІТ, зокрема ДЗЗ в природничо-наукових дисциплінах позашкілля і недостатнім рівнем теоретичного обґрунтування та практичного впровадження цих технологій в освітній процес;

- між запитом освітянської спільноти МАНУ до використання ІТ, зокрема технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів та рівнем розробленості навчально-методичних матеріалів;

- між готовністю та зацікавленістю учнів досліджувати процеси та явища на земній поверхні за допомогою даних ДЗЗ та рівнем організації такої освітньої діяльності в МАНУ.

Актуальність, необхідність та об'єктивний запит, щодо вирішення окресленої проблеми зумовили вибір нашої теми – «Теорія і практика впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України».

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.

Дослідження виконано відповідно до тематичних планів наукових досліджень Українського державного університету імені Михайла Драгоманова «Відповідальне громадянство через наукову освіту: соціокультурні механізми реалізації в Україні» (Номер державної реєстрації 0122U600049) та Національного центру «МАН України» «Створення когнітивної інформаційно-аналітичної системи оцінювання рівня інтелектуального потенціалу учня» (Номер державної реєстрації 0122U002189).

Мета дослідження полягає у науковому обґрунтуванні теоретичних засад та результатів практичного впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України.

Для досягнення мети дослідження визначено основні **завдання**:

1. здійснити теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі, обґрунтувати ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію;
2. визначити смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»;
3. обґрунтувати теоретичний базис: сутність, зміст і зв'язки-залежності ІОС з основ ДЗЗ;
4. окреслити технологію практичної реалізації ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ;
5. визначити організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ;
6. обґрунтувати модель інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ;
7. практично перевірити ефективність впровадження моделі в систему МАНУ за етапами освітньо-наукової інновації.

Об'єктом дослідження є освітній процес Малої академії наук України.

Предметом дослідження є впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес Малої академії наук України як окремий науковий напрям природничих дисциплін.

Концепція дослідження. Окреслюється концептуальними ідеями, які належать до методологічного, теоретичного й практичного блоків.

Методологічний концепт передбачав звернення до: загальнонаукових ідей і положень щодо цілісності й взаємодії елементів та процесів в освітніх системах; підходів, з-поміж яких фундаментальними для дослідження стали:

- інтеграційний (обґрунтування доцільності введення в науковий обіг поняття «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі»);

- системний (поєднання структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ в цілісну систему); - міждисциплінарний (використання технологій ДЗЗ як інструментарію для міждисциплінарних досліджень, оскільки дані ДЗЗ є першоджерелом інформації про стан навколишнього середовища, що є об'єктом дослідження багатьох наук);

- діяльнісний (освітній процес має бути спроектований таким чином, щоб у його основі було отримання нових знань учнем через дію: пошук, дослід, дослідницьку діяльність, аби здобуття учнем нових знань відбувався через власний досвід);

- компетентнісний (використання технологій ГС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності учнів впливає на формування їх дослідницької компетентності, а також на формування в учнів компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інформаційно-комунікаційної та екологічної компетентності).

Теоретичний концепт визначається науковим апаратом дослідження, що містить низку філософських, психолого-педагогічних і методичних понять та дефініцій («інновація», «освітня система», «використання ІТ в освітньому процесі», «дослідницька діяльність» тощо), які зумовлюють розуміння сутності та змісту ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукової інновації; визначення передумов та умов впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; характеризується теоретичним обґрунтуванням структури авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ.

Практичний концепт передбачає перевірку ефективності впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи з основ ДЗЗ до застосування технологій ДЗЗ через педагогічний експеримент, який був організований серед учнів та педагогів МАНУ.

Методи дослідження. Для досягнення зазначеної мети, завдань та перевірки гіпотези дослідження, було використано:

- теоретичні методи (теоретичний аналіз наукових джерел з метою визначення стану, місця та ролі технологій ДЗЗ в освітньому процесі закладів загальної середньої та позашкільної освіти; термінологічний метод використано для уточнення смислового поля головних дефініцій дослідження – «інформаційно-освітня система», «ІОС з основ ДЗЗ» та «освітньо-наукова інновація»; порівняння, зіставлення та узагальнення міжнародного та українського досвіду впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес; систематизація – обґрунтування структурних компонентів та зв'язків-залежностей в ІОС з основ ДЗЗ; моделювання – створення моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ – «ІОС з основ ДЗЗ»).

- емпіричні методи (спостереження за освітнім процесом та дослідницькою діяльністю учнів МАНУ; анкетування, бесіди, інтерв'ю для визначення динаміки формування дослідницької компетентності учнів та тенденції професійного зростання педагогічних працівників МАНУ; педагогічний експеримент серед учнів та педагогів МАНУ для перевірки ефективності впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ).

- методи математичної статистики (кількісний та якісний аналіз результатів експериментальних досліджень серед учнів та освітян МАНУ; статистичні методи оброблення (критерій Стьюдента) і порівняння результатів кількісного та якісного аналізу здобутих даних).

Організація дослідження. Дослідження проводилося протягом 2017–2023 років і охоплювало три етапи:

На першому етапі (2017–2018 роки) – зародження ідеї, було опрацьовано літературні джерела для визначення сучасного стану предмету дослідження та обґрунтування актуальності дослідження; визначено об’єкт, предмет, мету та завдання дослідження; сформульовано гіпотезу; окреслено теоретико-методологічний базис дослідження; класифіковано провідні підходи дослідження; визначено категоріально-поняттєвий апарат.

На другому етапі (2018–2019 роки) – теоретичне обґрунтування, апробаційний етап та аналіз його результатів, розробка авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ. На цьому етапі було окреслено смислові поля термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація»; означені ролі наукового методу в аналізі геоданих – як інструментарію пошуку та перевірки інформації; визначені передумови, умови, процесуальний та технічний базис організації роботи секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

На третьому етапі (2019–2023 роки) – практичне впровадження авторської моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ.

Здійснено педагогічне дослідження через етапи впровадження інформаційно-наукової інновації в діяльність лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «МАН України» та мережу секцій «ГІС та ДЗЗ» її територіальних відділень; розроблено методику «Основи дистанційного зондування Землі», яка складається з рівнів: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»; започатковано щорічні курси для освітян за кожним з рівнів;

організовано щорічні Всеукраїнські конкурси «Екопогляд» та «Save Спадок» та освітній проєкт Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ; організовано щорічні міжнародні проєкти: Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ та Міжнародні курси для освітян з основ ДЗЗ; проведено якісний і кількісний аналіз результатів дослідження; окреслено необхідні корективи в змістовий компонент методичних матеріалів; визначено перспективи дослідження; узагальнено результати та сформульовано висновки.

Основні положення та результати дослідження **впроваджено** в освітній процес Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (довідка від 11 квітня 2024 року № 249), Київського національного університету будівництва і архітектури (довідка від 9 березня 2024 року № 14-1.9/442), Київського національного університету імені Тараса Шевченка (довідка від 18 квітня 2024 року № 050/119-30), Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка» (довідка від 27 червня 2023 року № 01-10/1234), Львівського національного університету імені Івана Франка (довідка від 15 квітня 2024 року № 1089-Н).

Наукова новизна дослідження полягає у тому, що:

- *вперше*: теоретично обґрунтовано ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукову інновацію; *розроблено* модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ; *розроблено* модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, окреслено зв'язки-залежності в ній; досліджено ефективність моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ у МАНУ через етапи впровадження інновації; запропоновано авторське визначення термінів «інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі», «освітньо-наукова інновація» та «наукова освіта»; визначено та обґрунтовано засоби, форми та методи застосування технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів МАНУ; розроблено, впроваджено і апробовано трирівневу методику «Основи Дистанційного зондування Землі»

(посібники, робочі зошити, навчальні програми, відеокурси, методичні рекомендації тощо) для методичної підтримки освітнього процесу секцій «ГІС та ДЗЗ» територіальних відділень МАНУ; організовано щорічні заходи освітнього та конкурсного характеру для учнів та педагогів МАНУ з напрямку використання технологій ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ; створено лабораторію «ГІС та ДЗЗ» в структурі Національного центру «МАН України» та мережу секцій «ГІС та ДЗЗ» у 14 територіальних відділеннях МАНУ.

- *удосконалено*: розуміння ролі інформаційних технологій в дослідницькій діяльності учня; смислові поля понять «дослідницька діяльність», «дослідна діяльність», «пошукова діяльність» та «проектна діяльність»; конкретизовано розуміння терміну навички 4К;

- *подальшого розвитку* набули положення щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі позашкілля, зокрема в Малій академії наук України та роль інформаційних технологій у дослідницькій діяльності учнів.

Практичне значення дослідження полягає у тому, що:

- розроблено й апробовано програми з позашкільної освіти дослідницько- експериментального напрямку: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0013-2023), «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0027-2023); «Дистанційне зондування Землі» (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0089-2023);

- укладено навчальні посібники: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист від 24.05.19 р. №1/11–4919); «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах»

(Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 3 від 15 жовтня 2020 р.); «Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 4 від 27 вересня 2023 р.);

- укладено робочі зошити: «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.); «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 2. Аналіз космічних знімків в ГІС» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» протокол № 2 від 16 червня 2021 р.); «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.);

- укладено умови і започатковано щорічні Всеукраїнські конкурси «Екопогляд» та «Save Спадок»;

- розроблено та оприлюднено відеокурси: «Дистанційне зондування Землі: практикум» та «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи»;

- підготовлено методичні рекомендації для вчителів та дидактичні матеріали для учнів, щодо застосування технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів.

Особистий внесок дисертантки, щодо отриманих результатів дослідження, поданих у співавторстві, представлено: у розділі монографії про теоретичні аспекти застосування інформаційних технологій у дослідницькій діяльності старшокласників [1]; у розділі монографії про інтерпретацію (дешифрування) та аналіз супутникових знімків [2]; у статтях,

які присвячені створенню інноваційної освітньої методики «Основи дистанційного зондування Землі» в МАНУ [18]; визначенню та опису результатів застосуваннями супутникових знімків у дослідницьких роботах учнями МАНУ [21]; визначенню результатів професійного зростання педагогів, які взяли участь у курсах для освітян [22]; обґрунтуванню ролі інформаційних технологій в науковій освіті в умовах індустрії 4.0 [23]; визначенню та систематизації результатів учнівських досліджень, поданих на Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд» [24]; обґрунтуванню ролі технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учасників Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ [25]; формуванню кліматичної грамотності учнів через використання технологій ДЗЗ [26]; визначенню та аналізі результативності курсів для освітян за програмою «Основи ДЗЗ» [27]; обґрунтуванню можливостей використання хмарного сервісу EO Browser в умовах освітнього процесу МАНУ [30]; у працях, в яких автором розкрито фізичні основи функціонування технологій ДЗЗ [31]; встановлено можливості використання технологій ГІС в освітній діяльності закладів освіти [32]; описано функціональні можливості використання ресурсу Google Earth Engine в освітній та дослідницькій діяльності [33]; розроблено навчально-тематичний план та зміст програм [34], [35], [36]; описано та спроектовано можливості використання даних ДЗЗ для дослідження надзвичайних ситуацій [37]; розкрито можливості використання даних ДЗЗ для дослідження вулканічної активності та наслідків глобальних змін клімату [38]; змодельовано можливості дослідження вегетаційних процесів з використанням ГІС технологій [39]; обґрунтовано та описано приклади дослідження вегетаційних індексів тимчасово окупованих територій в середовищі Google Earth Engine [40]; визначено ролі технологій ГІС та ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів Київської МАНУ [41]; аргументовано результати дослідницьких проєктів учасників курсів для освітян [42]; розкрито місце та роль даних ДЗЗ у формуванні кліматичної грамотності учнів МАНУ [43]; укладено зміст розділу «Освітній курс «Основи

дистанційного зондування Землі» та Паспорт Міжнародної літньої школи з основ дистанційного зондування Землі лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного Центру «Мала академія наук України» [44]; описано приклад використання технологій ДЗЗ для моніторингу театру бойових дій на околицях столиці у лютому-березні 2022 року, забруднення атмосферного повітря в наслідок обстрілів нафтобази у місті Чернігів у березні 2022 року та наслідки підриву дамби Каховського водосховища у червні 2023 року [45].

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на міжкафедральних семінарах, щорічних звітно-наукових конференціях Українського державного університету імені Михайла Драгоманова у 2017-2024 роках, а також оприлюднені та обговорені на наукових, науково-практичних та науково-методичних конференціях різних рівнів, зокрема:

- *міжнародних*: Генеральній асамблеї Європейського геонаукового союзу 2021 року (General Assembly of European Geosciences Union 2021) (онлайн, 2021); 41-ому симпозиумі Європейської асоціації лабораторій дистанційного зондування (41st Symposium of The European Association of Remote Sensing Laboratories) (Кіпр, 2022); Міжнародній конференції молодих професіоналів «GeoTerrace-2023» (International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2023») (онлайн, 2023); Генеральній асамблеї Європейського геонаукового союзу 2024 року (General Assembly of European Geosciences Union 2024) (Відень 2024);

- *всеукраїнських*: III Міжнародній науково-практичній конференції «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку» (Київ, 2017); Всеукраїнському науково-практичному семінарі «Феномен нового вчителя в системі професійної підготовки освітянина» (Київ, 2017); Другому Всеукраїнському відкритому науково-практичному онлайн-форумі «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії» (Київ, 2020); Круглому столі «Оновлення та стандартизація методичної бази системи Малої академії наук України» (Київ, 2021); Міжнародній онлайн-

конференції проєкту «Зміни педагогічних факультетів для XXI століття» (онлайн, 2021); семінарі-практикумі «Місце та роль геоданих у сучасному освітньому процесі» (Львів, 2023); I, II та III Міжнародній науково-практичній онлайн-конференції «Обдаровані діти – скарб нації» (Київ, 2021, 2022, 2023); II та III Всеукраїнській науково-практичній онлайн-конференції «Інноваційні практики наукової освіти» (Київ, 2022, 2023); V Всеукраїнському відкритому науково-практичному онлайн-форумі «Інноваційні трансформації в сучасній освіті: виклики, реалії, стратегії (Київ, 2023).

Методичні матеріали впроваджені в курс «Технології ГІС та ДЗЗ в науковій освіті», який розроблений для магістрів кафедри ЮНЕСКО з наукової освіти Українського державного університету імені Михайла Драгоманова.

Частина результатів дисертаційного дослідження увійшли до праці за темою «Наукова освіта на засадах цифровізації суспільства. Теорія і практика», яка була удостоєна премії Президента України для молодих вчених 2021 року (Указ Президента України №659/2021).

Кандидатська дисертація на тему «Дидактичні умови застосування геоінформаційних систем у дослідницькій діяльності старшокласників» за спеціальністю 13.00.09 – теорія навчання, захищена 2017 року в Інституті педагогіки НАПН України. Її матеріали в тексті докторської дисертації не використовуються.

Публікації. Результати дослідження відображено у 46 публікаціях (18 з яких одноосібні): 2 монографії, 3 навчальні посібники, 3 робочі зошити, 3 навчальні програми. 21 стаття у фахових наукових виданнях, з них 18 – у вітчизняних фахових виданнях категорії Б, 2 - проіндексовано у наукометричній базі даних Web of Science Core Collection, 1 - проіндексована у наукометричній базі даних Scopus. Праць, які додатково відображають наукові результати дисертації – 14.

Структура дисертації. Дисертація складається з анотації українською й англійською мовами, вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел (налічує 426 позицій), додатків (розміщено на 137 сторінках). Роботу викладено на 640 сторінках, основного тексту – 440 сторінок. Основний текст дисертації містить 7 таблиць та 56 рисунків.

РОЗДІЛ І. НАУКОВІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

1.1. Наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система»

Філософські ідеї створення авторської ІОС з основ ДЗЗ базується на роботах Жан-Жака Руссо, Йоганна Генріха Песталоцці, Володимира Вернадського, Джона Дьюї та інших. Праці цих філософів також присвячені освітній діяльності, зокрема на розуміння ролі досліджень в освітньому процесі. Також філософське обґрунтування ІОС з основ ДЗЗ опирається на праці сучасних філософів та педагогів, зокрема Віктора Андрущенко, Семена Гончаренка, Станіслава Довгого, Василя Кременя, Віктора Огнев'юка, Світлани Сисоевої, Олександри Савченко, Наталії Дем'яненко, Сергія Терепищого, Валерія Бикову, Олени Биковської, Олександри Дубасенюк, Октавії Фізеші, Лілії Мартинець та інших.

Філософ-просвітник Жан-Жак Руссо, міркуючи про освітній процес визначав головним його завданням навчити учня міркувати та здобувати нову інформацію «найблагородніша ціль в освіті - це виховати мислячу людину... якби діти розуміли, як міркувати, їм не потрібно було б навчатись» [383, с.52]. Проте важливим аспектом в процесі здобуття нових знань він визначав вікову відповідність завдань «якщо ми наполягатимемо на тому, щоб змінити цей порядок, ми дійсно матимемо плоди рано, але незрілі та несмачні, і вони можуть рано обпасти» [383, с.52]. Ідеї Руссо лягли в основу дитино центричної концепції педагогіки. Серед принципів, що описані в одній з найвідоміших книг Руссо «Emile or concerning education» («Еміль, або щодо освіти») найбільшу вагу для нашої ІОС мають: необмежений простір для гри дитини; поступовість навчання яке ускладняється у відповідності до формування в дитини відповідного інтересу та розвитку здібностей;

навчання через досвід, учня треба заохочувати думати самостійно і робити висновки з власного досвіду [383, с.590].

Йоганн Генріх Песталоцці першочерговість в процесі освіти віддавав чуттєвому сприйняттю (спостереження та дослідження), які згодом мають через сито свідомості сформуватися у знання. Як і Руссо, Песталоцці дотримувався ідей дитиноцентризму, тому його освітні методи і враховували не лише вікові особливості сприйняття, але й індивідуальні відмінності, які умовно вчений розглядав як сфери впливу на формування особистості, зокрема: суспільство та світ, професійне покликання та індивідуальне самовизначення, будинок і сім'ю, внутрішні сенси, Бога, усі ці сфери які формують особистість мають спільний елемент, який Песталоцці називав «любов'ю» до дитини [398, с.81].

Володимир Іванович Вернадський як у своїх працях так і в особистих щоденниках визначав важливість формування наукового типу мислення в людей, які в сукупності створюють рушійну геологічну силу. Саме людина та її інтелект перетворюють біосферу в ноосферу – ідея яку вчений розвивав та поширював у міжнародній науковій спільноті.

З позиції Дж. Дьюї освіта виконує роль забезпечення учнів знаннями про суспільство та його місце у розвитку держави. Власне сфера освіти розглядається науковцем як соціальний конструкт, що містить відбиток суспільнотворчих процесів в цілому. Саме освіта є визначальним чинником розвитку суспільства на шляху прогресу: через освіту транслуються способи індивідуального розвитку особистості, з метою цілісного суспільного розвитку. Джон Дьюї розглядав необхідність отримання шкільної освіти усіма дітьми - суб'єктами демократичного суспільства в цілому [239, с.223].

Американський філософ – Джон Дьюї, організував експериментальну школу в Чикаго, в якій впроваджував та перевіряв розроблені ним ідеї в галузі педагогіки та філософії освіти. Запропонував нову модель філософії освіти, характеризує її як «інструменталізм», що розвивалася в руслі прагматизму, основною метою якої було вирішення практичних проблем

людини, з якими вона стикається в реальному житті. Головним результатом освітнього процесу вчений вважав досвід який здобуває учень в період навчання. Досвід – поєднує всі форми і прояви життєдіяльності учня – сферу свідомого і несвідомого, фізичного і психічного. Людина має пристосовуватися до середовища, щоб вижити. Критерієм істини знання виступає змога розв'язати проблему, тому встину можна визначити як певну користь. З огляду на це проблему істини можна розглядати з позиції цінності. В центрі філософських та педагогічних міркувань вченого знаходиться людина, її турботи, потреби, пошуки, адже, всі цінності перебувають лише у досвіді «у навчанні й вихованні чільне місце має належати не досягненню статичних, наперед заданих цілей, а процесу дослідження, змагання, творчості. Центральна ланка останнього – континуум «засіб – мета» , у площині якого досягнуті цілі стають засобами для появи наступних; ідеї – інструменти для практичних цілеспрямованих дій» [241, с.180-181]. Власне свободу, Дьюї, розглядає з позиції здатності робити виважений вибір і діяти враховуючи індивідуальні особливості учня. Тому вчений закладає в розуміння свободи учня, його підготовку до участі в процесах демократичного суспільства, з огляду на те що цей лад опирається на свободу, волевиявлення [241, с. 181].

Джон Дьюї вважав, що учень пізнає нове не заради самих знань, а заради досвіду, він цікавиться саме тим, що може зробити сам. Тому з цієї позиції такі процеси як пізнання і дія мають певне поєднання. При цьому він визначив місце пізнання діяльності та досвіду у розв'язанні повсякденних дитячих проблем в тому числі через метод експериментів, який складається з таких послідовних ступенів: відчуття та визначення проблеми, пошук рішень, визначення наслідків від прийнятого рішення та подальші спостереження й експерименти.

Одним з питань у визначенні ролі філософії у практиці створення ІОС є: як філософія, чи її галузі, можуть сприяти у розумінні учнями складних, багатокомпонентних та міждисциплінарних понять, причому з одного боку

філософія демонструє силу людського пізнання, а з іншого його обмеженість, але вирішальну роль у цьому грає прагнення людини до пізнання – саме це ми визначаємо філософською основою/рушієм наукової освіти – педагогічної концепції, яка лежить в основі нашої авторської інформаційно-освітньої системи.

Роланд М. Шульц [386, с. 1263] розглядає філософію освітньої системи як інтегральне утворення на перетині філософії, філософії освіти та філософії науки, формулюючи це розуміння як продовження думки Ізраеля Шеффлера, який узагальнив значення кожної з цих компонентів та визначав їх як допоміжні елементи в підготовці вчителів, окрім предметних компетентностей, досвіду навчання та навчальної методології. Зокрема, вчений окреслив чотири напрямки взаємовпливу вищезазначених течій філософії на освітню систему, серед яких: аналітичний опис процесу формування думки під час навчання; еволюція та критичний огляд такого процесу; аналіз компонентів освітнього процесу з метою систематизації та виявлення різних чинників на процес формування думки; тлумачення та систематизація прикладів у терміни та поняття для подальшої їх популяризації [384, с. 392].

Майкл Метьюс, досліджуючи проблему філософії освітньої системи стверджував «наука не може вивчатися без філософії, оскільки сама наука протягом всієї своєї історії була філософією» [354, с. 94]. Вчений, зауважував такі аспекти філософії, які необхідно враховувати в освітньому процесі, зокрема: мудро використовувати конструктивізм у освітніх цілях; інтегрувати за темами такі дисципліни як історія, філософія, соціологія в освіту; розвивати критичне мислення учня, вивчати теми на основі реального життя і для практичного застосування [354, с. 11].

Роланд М. Шульц, розглядає роль філософії у формуванні освітньої системи через її структурні елементи (які вперше визначив Аристотель), зокрема метафізику, гносеологію, логіку, етику, естетику та політику «ці розділи філософії окремо та в цілому мають більше чи менше значення у

розвитку освіти, але перші дві зіграли значну історичну роль для усвідомлення суті нашої реальності, знань та науки» [386, с. 1265]. Вчений розглядає роль метафізики через шлях пошуку відповідей на найзагальніші запитання природи чи структури реальності: що «існує» та «з чого те що «існує» бере початок?». Роль епістемології в освіті стосується опису та встановлення сутності відомих наукових фактів, гіпотез та теорій (ступінь визначеності) та отримання нових знань (процес наукових досліджень). Місце особистих переконань та поглядів під час досліджень «отже, їх можна вважати «персональною рамкою знань» (тобто, «що ви знаєте про «предмет дослідження» і як ви це знаєте?») [386, с. 1265].

Суть поєднання філософії з освітою умовно зводиться до двох взаємопов'язаних і взаємозалежних питань, зокрема філософія визначає: стратегічні цілі та паттерн освіти на який накладається наукове знання (через узгодження тем з різних дисциплін) та методологію освіти з метою виховання свідомих і грамотних громадян (тобто відповідає на питання *куди і з якою метою* рухаємося в освіті?); з іншої сторони освіта виховує нове покоління свідомих громадян, в яких є розуміння, того що наукові знання здобуваються шляхом досліджень і розвідок, процес формування знань про світ і про себе постійний, те що людство «пізнало» на сьогодні далеко не дає відповіді на усі запитання, проте постійно шукає відповіді на питання: що необхідно щоб сформувати нові знання, як розвивати винахідництво і критичне мислення, що взагалі можна вважати істинним знанням та перевіреною інформацією, як через дослідження формується і визначається світогляд, шлях та результат прийняття рішень (тобто відповідає на питання *для що і як* навчаємо?).

Філософія авторської ІОС більшою мірою побудована та взаємозв'язку трьох філософських течій, зокрема прагматизму, конструктивізму, та неопрогресивізму.

Прагматизм

Використання підходів прагматизму в освіті базується на практичних навичках та знаннях, які можуть бути застосовані учнем у реальному житті, тобто формується такий зміст освіти, аби «спорядити» учня таким набором знань, які він розуміє як можна використати в реальних життєвих ситуаціях; напрям у філософії, за яким практична цінність знань визначається передусім їх доцільністю та результативністю, задоволенням безпосередніх потреб індивіда [133, с.262-263].

Послідовники цієї течії (Дж. Г. Мід, Дж. Папіні, Ф. –К. –С. Шиллер, К. І. Льюїс, Джон Дьюї та інші) розглядали дію як головну вісь, довкола якої обертається людське життя, що має свідомий регулятор «довкілля у прагматизмі ототожнюється з досвідом, закони логіки вважаються хибними, соціальні явища тлумачаться крізь призму міленаризму (з позиції майбутнього). Будь-яка ідея речі проголошувалася ідеєю чуттєвого пізнання. Будь-яке запропоноване розв'язання проблемної ситуації не повинно перетворюватися на догму, має визначатися наявною ситуацією, надавати можливості для коригування» [133, с.262-263]. Прагматизм прийнято вважати однією з національних філософій в США, її головні послідовники – Пірс, Джеймс і Дьюї – підпорядковують логіку практичним потребам людини, тому ідеї, власне, їх цінність мають розглядатися з позиції їх практичної цінності [195, с. 1475].

Конструктивізм

Одна з течій філософії, в якій процес пізнання сприймається як активна побудова суб'єктом власної моделі світу, «будь-яке знання не є простим відображенням, “калькою” реальності, а конструюються суб'єктом на основі досвіду взаємодії зі світом» [239, с. 230]. Процес формування нових знань є «цілеспрямованим, активним і творчим процесом виявлення і вираження смислу і значення певної інформації про світ» [239, с. 231]. Основні методи, які вчитель застосовує в процесі освіти, базуючись на теорії конструктивізму, активні за своєю природою щодо учня, зокрема, спостереження, експеримент, лабораторні досліді, метод експертиз тощо. К. Дж. Джерджен

звертає увагу, що ця філософська течія «не вимагає відмови від традиційних освітніх практик. Всі практики по-своєму конструюють світ, несуть у собі певного роду цінності і прагнуть гарантувати собі майбутнє за рахунок інших» [239, с. 235].

Неопрогресивізм

У контексті постіндустріальної ери, існує вагома потреба у реформуванні освітньої парадигми, щоб вона відповідала новим соціальним запитам та рівню розвитку технологічного прогресу. Це передбачає акцентування на розвитку специфічних навичок, таких як колективна робота, здатність до неперервного навчання та нелінійне мислення, які є критично важливими для успішної адаптації до суспільства нового типу. Водночас, традиційна освітня система часто не відображає цих вимог, тоді як неопрогресивістський підхід розглядає освіту, як інструментарій, що готує індивідів до активної участі в сучасному соціокультурному середовищі. Неопрогресивісти аргументують, що зміни в освіті повинні враховувати не лише знання, які учні отримують, але й те, якими особистостями вони стають у результаті освітнього процесу [239, с. 221]. З погляду неопрогресивізму учень має сформувати допитливість і бути відкритим до нової інформації, мислення за кліше та паттернами не сприяє розвитку креативності та відкритості до нового («open mind»), що стримує прогрес як науки так і персонального розвитку людини, та її органічної інтеграції в сучасний світ.

Активна залученість учнів до обрання змісту навчальних предметів є характерною ознакою освітнього процесу, який побудований на неопрогресивістському підході [239, с. 221]. «Неопрогресивізм пропонує спиратись на внутрішню мотивацію суб'єктів навчання – саме тоді освіта починає цікавити їх по-справжньому» [239, с. 221].

Учень і його потреби стають в центрі неопрогресивістської освіти. При тому на перший план ставиться навчальний план, який враховує як індивідуальні запити учня так і його швидкість до сприйняття та запам'ятовування нової інформації. В цій парадигмі термін «середній учень»,

«середня швидкість навчання» втрачають сенс [236, с. 64]. Кіппатрік У. Х. заклав основи застосування методу проєктів в освітньому процесі, який застосовують у неопрогресивістській освіті [239, с. 223].

У праці [81] Семена Гончаренка зазначено, що компонентом методологічних знань учителя є усвідомлення, що складна структура освітнього процесу визначає його як багатоконпоненту систему, «що уможлиблює виділяти різні неоднорідності, створювати системні моделі окремих аспектів педагогічного процесу чи загалом. Причому такі моделі можуть бути як ієрархічними, так і мережевими. Ієрархічні моделі передбачають підпорядкування одних складових системи (одних неоднорідностей) іншим (більш загальним неоднорідностям). Мережеві моделі педагогічного процесу виражають координаційні зв'язки між складовими (неоднорідностями)» [81, с.4].

У праці [294] Станіслава Довгого акцентується увага на необхідності реформування систем освіти та управління людськими ресурсами в умовах Індустрії 4.0 та цифрової трансформації економіки. В праці окреслено необхідність системного впровадження інновацій в освітній процес з огляду на виклики, які постають перед сучасною людиною, що живе в пост інформаційному суспільстві. Василь Кремень зазначає, що «якісна освіта – це відкрита освіта, здатна до самовдосконалення – неперервної модернізації та інновацій, потенційно спроможна на відповіді, адекватні цивілізаційним викликам» [141, с.4]. що характеризує освіту з погляду системності, оскільки модернізація та впровадження інновацій в освітній процес впливає на усі компоненти системи освіти. У праці Віктора Огнев'юка окреслено, що філософія освіти є «закономірним явищем в науці, яка адекватно реагує на зміни суспільного статусу освіти в умовах глобальної конкуренції та переходу до моделі сталого людського розвитку, яка ґрунтується на концепції суспільства знань та парадигмі освіти упродовж життя» [178, с.73]. Тобто вся галузь освіти зазнає системних змін в наслідок об'єктивного фактору – розвитку та еволюції суспільства. Світлана Сисоєва досліджує

взаємодії освіти з зовнішнім середовищем, що стає для сфери освіти фактором внутрішньої самоорганізації, який сприяє «самоорганізації її підсистем і є умовою еволюції самої системи освіти» [21, с.723].

У праці Олександри Савченко [210, с. 86] вчена зазначає, що під час дослідження педагогічної проблеми щодо формування у школярів молодших класів ключові компетентності – уміння вчитися, визначною є необхідність системного та індивідуально спрямованого забезпечення даного процесу. У праці Наталії Дем'яненко [98, с. 47] окреслюючи реалії підготовки педагога для сучасного стрімко змінюваного суспільства, вчена акцентує увагу на необхідності серйозних зрушень у системі педагогічної освіти зокрема, педагогічний університет, має взяти на себе роль створення і неперервного вдосконалення моделей управління якістю освіти з системоутворювальною функцією.

У праці Сергія Терепишого – «Сучасні освітні ландшафти» освітні системи розглядаються під географічним кутом зору – освітніх ландшафтів. Науковець розділяє терміни «система освіти» та «освітній ландшафт», з цієї позиції «ландшафт дає змогу зосередити фокус аналізу на окремих предметах, темах, регіонах» [230, с. 70]. Ця думка корисна для нашого дослідження в контексті того, що ІОС з основ ДЗЗ ми розглядаємо і з позиції географічного розподілу суб'єктів ІОС та мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

Олена Биковська у праці «Сучасні положення теорії та методики позашкільної освіти» окреслює позашкільну освіту з позиції компетентнісного підходу, зокрема через необхідність розвивати в учня пізнавальну, практичну творчу та соціальну компетентності. Науковиця розглядає їх з позиції системного підходу [35, с. 174]. Дослідниця Октавія Фізеші досліджує початкову освіту на Закарпатті другої половини ХІХ – початку ХХІ століття. У її дослідженні визначено, що початкова школа, може розглядатися з «різних точок зору (цілі, структури, змісту, форм організації, управління), характеризується певним системоутворюючим параметром

(початкова освіта) і завжди знаходиться у певному середовищі (суспільно-політичному, соціально-економічному, культурному), є підсистемою більшої системи (системи загальної освіти) і, навпаки, – в ній виділяються менші підсистеми, що в іншому контексті самі розглядаються як системи (цілі навчання та виховання, зміст освіти, методи навчання та виховання, форми організації навчання, управління)» [236, с. 716]. Ця робота цінна для нашого дослідження, оскільки розкриває системний підхід до вивчення рівня освіти – початкової освіти, і розглядає її з позиції підсистемності, наявності систем меншого порядку та зв'язків-залежностей.

Джон Дьюї

Джон Дьюї – американський філософ, психолог та реформатор освіти. Вчений був значною постаттю в філософії прагматизму та одним із засновників функціональної психології [423, с.7]. Він належить до плеяди найвидатніших американських учених першої половини ХХ століття, ідеї якого вплинули на реформування освітньої та соціальної сфер в США [292]. Його педагогічні ідеї виражені в таких його працях: «Моє педагогічне вірування» (1897), «Школа і суспільство» (1900), «Дитина і навчальна програма» (1902), «Демократія та освіта» (1916), «Завтрашні школи» (1915) і «Досвід та освіта» (1938).

Однією з найважливіших тем наукових розвідок Дьюї була його глибока віра в демократію, суть якої відображалася в усіх сферах життя суспільства (в політиці, в освіті, різних формах комунікації, ЗМІ, тощо) [292]. Як зазначав сам Дьюї в 1888 році, «демократія та основний, етичний ідеал людства, на мій погляд, є синонімами» [418, с.23], вчений розглядав школу та громадянське суспільство – як головні теми, що потребують уваги та експериментальних досліджень. Будучи професором Чиказького університету, у листопаді 1894, Дьюї разом з першим ректором цього університету Вільямом Рейні Гарперром, заснував лабораторію шкільництва,

де тестував та перевіряв свої прогресивні ідеї щодо педагогічних методів [375]. Лабораторія на початках свого існування була більш відома, як «школа Дьюї», де 13 січня 1896 року в районі Хайд-парку в Чикаго вперше розпочали навчання дванадцять дітей під керівництвом одного вчителя. До жовтня 1897 р. школа офіційно називалась Університетською початковою школою. В 1901 році заклад вже налічував 140 учнів (переважно діти заможних та освічених мешканців штату), 23 вчителя та 10 аспірантів, які працювали асистентами вчителів [342, с.243]. Проте, через фінансові труднощі та недостатнє вміння вести адміністративну роботу, Джон Дьюї, у 1904 році залишив школу, переїхав у Нью-Йорк і долучився до викладацького складу Колумбійського університету. Проте його ідеї і практика їх реалізації спричинила жвавий інтерес у освітянських колах, що змінило погляди на освіту, як таку.

Зокрема, «школа Дьюї» з самого початку своєї діяльності, розглядалася не як освітня інституція де учні опановували знання, вміння та навички на «класичних» за змістом та формою уроках, а як наукова лабораторія, де працювали викладачі коледжу, педагогічні погляди яких були спрямовані на застосування досліджень та експериментів в школі, вчителі школи були відкриті до освітніх інновацій [375, с. 457]. Школа мала виконувати дві функції: перевірити та оцінити освітні теорії Дьюї; на цій основі описати уніфіковану освітню теорію, де визначено зміст та методи навчання, центральне місце відводиться дітям та їхній діяльності, а не заучуванню інформації з книг, і, розробити навчальну програму для поширення теорії на інші освітні заклади [401, с. 112-114]. Кінцевою ціллю освіти в цій школі мав стати експериментально підтверджений фундамент загального реформування освітньої галузі США, щоб з часом перетворити теперішніх учнів на активну частину відповідального та демократичного суспільства.

Джон Дьюї опираючись на ідеї Йоганна Фрідріха Гербарта (німецького філософа, психолога, педагога та одного розробників ідеї поєднання науки та

освіти) розробив *освітню систему*, що складається з трьох компонентів [375, с. 455-456]:

1. Психологічного. Використання природних імпульсів та інтересів учня, для привернення їх уваги, мотивації та спонукання до сприйняття запропонованих вчителем тем, завдань та проєктів, як власних.

2. Соціологічного. Формування поглядів, цінностей та дій, які учні повинні усвідомлювати, знати, та практикувати, щоб досягти успіху в житті та ефективно відіграти свою роль у формуванні демократичного суспільства.

3. Логічного. Укладання навчального змісту та визначення методів освітнього процесу з метою формування в учнів розуміння суті наукових дисциплін та шляхів пошуку наукового знання, що є необхідним для життя та еволюції індустріального та прогресивного суспільства.

Першочерговим до виконання з освітньої системи був перший пункт – врахування учнівських інтересів для ефективного та радісного навчання. Вчений визначив чотири інтереси та активності, якими володіє кожна дитина, зокрема інтерес до: спілкування; взаємодії; створення та побудови; розвідок та досліджень; художнього самовираження та самореалізації [401, с. 95-98].

Джон Дьюї розглядав цікавість (інтерес), дії та досвід як основні умови навчання, оскільки був переконаний, що діти не є пасивними реципієнтами фактів та інформації з навчальної програми, а є активними агентами, що будують власну реальність та світогляд у постійній взаємодії зі своїм оточенням. В ідеалі діти здобували нові знання та навички природним шляхом, переживаючи реальні життєві ситуації. Вчений вів у педагогічний обіг поняття «проблема» [375, с. 456] з навчальною метою. Щоб активізувати учнів, які б мали проаналізувати проблему, шукати що на зараз відомо про проблему, знайти шляхи її вирішення через поетапне дослідження. Вправляючись із проблемними ситуаціями, мислячи та діючи діти мають навчитись, шукати, узагальнювати та аналізувати інформацію, що «безумовно, краще, ніж використання традиційних методів заучування та

запам'ятовування» [401, с. 156]. Проблемні ситуації були задумані настільки широко, що інтегрували значний зміст з літератури, мистецтва, історії, географії, хімії та фізики, а формами організації навчального процесу окрім навчання в закладі, були екскурсії та практика у парках, фермах, фабриках, бібліотеках та музеях, з метою розширення як світогляду так і практичних навичок учнів. Теоретично школа була задумана як маленьке суспільство – «ембріональна демократія» [375, с. 456], де вчителі та учні користувалися інтелектуальною свободою, привілеєм ініціативи та брали участь у прийнятті рішень та плануванні навчальних програм. Особливо завдяки невеликим класам, що складаються з 6 до 12 учнів, атмосфера в школі була ліберальною, невимушеною та без стресу, а такі явища, як «байдужість, вразливість та прагнення до дисципліни, які робили традиційне навчання вимогливим та обтяжливим, очевидно, зникли чи зменшились до мізерного розміру» [375, с. 458].

Джон Дьюї формулював свою теорію як відповідь на три практично орієнтовані питання: підготовка учня до проблем з якими вони стикаються кожного дня; визначення проблем з якими «сьогодні» стикається економічно активне населення США і з'ясування яких знань і навичок їм не вистачає для ефективної самореалізації, щоб включити це в навчальний процес; а також підготовка учнів до активної участі у прийнятті рішень та усвідомленості їх ролі у вирішенні суспільних, економічних та національних питань «сьогодні проблема освіти глибша, гостріша і нескінченно більш складна, тому що вона виявилася в гущі всіх проблем сучасного світу» [289, с.162], «ми повинні так само серйозно подумати над підготовкою членів суспільства до зобов'язань та відповідальності, що покладаються демократією» [289, с.159], «коли у людей мало влади, у них відповідно і менше відчуття позитивної відповідальності» [289, с.178]. В процесі дослідження учні навчаються розуміти наслідки, які спричиняє людина на природу і навпаки «молоді люди, яких навчили у всякій сфері пізнання шукати соціальні значення,

виявляться досить освіченими також і для того, щоб бачити коріння сучасного зла» [291, с.267].

Процес дослідження вчений розглядав не лише як метод навчальної діяльності, але й мотиваційний компонент, оскільки учень і формування його особистої матриці знань знаходиться в центрі освітнього процесу, а результат не лише запам'ятовується, а й осмислюється школярем «неможливість участі в чому-небудь призводить до втрати інтересу до цього процесу. В результаті зникає і конструктивне почуття відповідальности» [291, с.178].

Джон Дьюї розглядав науку як обов'язковий елемент освітнього процесу «наука поки що не мала нічого спільного з формуванням соціальних і моральних ідеалів, заради яких вона використовується. А залишається слугою цілей, нав'язаних чужою традицією ... наука має дати відповіді на питання про те, що ми робимо, і як можна це зробити найпростішим та найменш затратним шляхом... Коли наші школи справді стануть лабораторіями знань, а не млином, що укомплектований інформаційними бункерами, більше не буде необхідності обговорювати місце науки в освіті» [289, С. 391–398]. Оскільки саме розвиток наукового знання, власне, і приводить до еволюційних та революційних змін в існуванні людства «поки шкільна наука від себе і на власній основі не надасть особливого акценту тим предметам, які обіцяють нам безперервний прогрес та містять реальні засоби до нього, вона буде суперечити власній науковій позиції» [291, с.255]. Той прогрес, який спричинив розвиток наукового знання має впливати на усі сфери життя людини «не буде перебільшенням вважати, що наука виражається через винаходи і технології, в сучасному суспільстві і є потужною силою, що приводить до соціальних змін та впливає на форму людських відносин. Також не буде перебільшенням судженням те, що вона революційним чином змінила умови, в яких люди співіснували один з одним останні сто п'ятдесят років, і що з переходом від машинної ери до епохи енергетики ми вправі очікувати ще більших змін в суспільстві, і зобов'язані цьому – науці. [291, с.169].

Тому, освіта має не лише включати результат наукового знання, а й формувати в учнів навички здійснення досліджень «в цих дослідженнях формується об'єктивний всесвіт істини, закону і порядку ... світ, влаштований на основі вічної та загальної істини; світ, де все вимірюється і визначається» [290, с. 12]. Дослідження в школі має посідати чільне місце, хоча існують і суперечні думки «люди, які виступають з нападками на науку, головним чином критикують зростаючу увагу наших шкіл до науки і її використання в професійному навчанні.

Живучи в світі, який всім, що в ньому є сьогодні, зобов'язаний здебільшого науці і технології, вони тим не менше вважають, що освіта повинна повернутися назад, а не прагнути навіть до того рівня визнання, яку отримали наука і технологія» [401, с154], «наука як напрям освіти, все ж стала такою ще до суспільних дисциплін, але по сей день до певної міри займає в ній положення новачка... Воюючи за місце, вона нерідко наштовхується на дуже сильний опір з боку старого шкільного розпорядку, перевагу в якому віддається математиці та літературі» [401, с.169]. Вчений зазначає, що повної перемоги науці не здобути до тих пір, поки у вивченні кожного предмета, в проведенні будь-якого уроку не буде враховуватися здатності учня до «спостереження, дослідження, рефлексії та перевірки, що є серцем наукового підходу». [342, с.255].

Разом з економічним прогресом збільшується вимоги до знань та навичок працівників, більш затребуваними стають освічені фахівці, які можуть вчитися протягом життя, оскільки знання, які учень здобуває у школі чи вищому навчальному закладі не обов'язково забезпечує йому робоче місце до кінця життя «ми не більш ніж за період виховання одного покоління збільшили число учнів вищої школи і коледжів в п'ять або шість разів. З іншого боку, молоді люди, яких ми навчили в цих установах, сьогодні виявляються в значній мірі позбавленими можливості застосувати свою підготовку» [401, с.183]. Тому вчений акцентує увагу на необхідності розвивати знання на основі практично зорієнтованих дій «такий тип освіти,

коли матеріали і методи, що служать засвоєнню знання, пов'язані з розвитком почуття того, як робляться справи і як їх можна було б робити... формують таке усвідомлення сучасних обставин, що з цієї його (учня – авт.) соціальної свідомості згодом народжується схильність до розумної дії» [292]. Оскільки заучування фактів і навіть їх розуміння не завжди приводить до практичного використання «вивчення науки як «готових знань», яке складається з фактів, принципів та законів, відірваних від суспільної активності, не є недостатнім для формування освіченого населення, здатного використовувати науку як метод дослідження будь-якої проблеми» [423, с.7], «навіть володіючи найбільшою і найточнішою системою знань, людина все ще потребувала б відповіді на питання, що їй робити з цією системою в цілому і що їй робити з тією сумою знань, якою володіє саме вона» [290, с. 10].

Саме постійна зміна умов життя, змушує людину до неперервної адаптації через навчальний процес чи самоосвіту. Стрімкий розвиток інформаційних технологій, інформатизація усіх сфер життя людини, створення нових професій – так можна охарактеризувати стан життя постіндустріального, інформаційного і пост інформаційного суспільства, проте саме так характеризував і свій час, Джон Дьюї «одного разу я зустрів судження про те, що більше половини фабричних і заводських робітників у нашій країні сьогодні зайняті в таких галузях промисловості, яких сорок років тому ще й не існувало. Мабуть, це означає, що, ґрунтуючись на структурі працюючого населення, ми можемо сказати: половина старих галузей застаріла і зараз витіснені новими... іншими словами, прогрес науки і знання в матеріальній, виробничій сфері, в сфері матеріального споживання і матеріальних об'єктів в останні п'ятдесят років без жодного перебільшення мав революційний вплив на виробничу діяльність» [292, с.161]. Тому освітній процес не може бути уставленим, а має характеризуватися динамічністю: відкритістю до інновацій, зміною змісту, форм, методів навчання у відповідності до вимог часу в якому живе і ймовірно буде жити учень. Якщо освіта не працює на випередження, а навпаки навздогін, то чи

потрібна така освіта, учні можуть швидко втратити до неї інтерес «подібно до того як демократія, щоб вижити, повинна йти і йти вперед, так і школи в умовах демократії не можуть перебувати незмінними, не можуть заспокоюватися і задовольнятися досягнутим, але повинні завжди прагнути зробити необхідну реорганізацію предметів, методів викладання, управління освітою, в тому числі тієї глобальної структури, яка впорядковує відносини учнів і вчителів у школі і життя суспільства в цілому» [401, с.166].

Саме школу, Джон Дьюї, розглядав як інститут формування навичок практичного застосування не лише здобутих знань, а й місцем де вчать досліджувати невідоме «в такому випадку я ставлю наступне питання: а чи не педагогів це справа – забезпечити таку освіту в школах, щоб вихована ними молодь була готова вбирати в себе запаси знань, що сприяють суспільному прогресу?» [401, с.172]. А також місцем, де готують активних, свідомих та відповідальних членів суспільства «я стверджую, що освіта, якщо це дійсно освіта, має давати молодим людям старт, підкріплений певним єдиним уявленням про тип того світу, в якому вони живуть, про тенденції, в яких він розвивається, і ролі, яку їм призначено в ньому зіграти» [401, с.197].

Вчителю в цьому процесі відводилася важлива роль «якщо в світі є така робота, для здійснення якої необхідно зберігати все краще що є в теперішньому досвіді, щоб воно збагачувало досвід наступний, то це робота педагога» [401, с.179]. Вчитель є не лише носієм знань, але є й організатором цікавого і захоплюючого шляху дослідження, в процесі якого формується науковий тип мислення учня. Критична оцінка ситуації, креативність у вирішенні проблеми, опертої на факти, а не на емоції – все це формує інтелектуального, освіченого громадянина «немає сьогодні більш значущої думки, ніж думка сміливих і розумних педагогів про те, що школа несе певну частку відповідальності за розвиток та перебудову громадського порядку. Це переконання необхідно як для прогресу суспільства, так і для прогресу освіти» [401, с.199]. Саме вчитель формує в учня вміння мислити

неупереджено та конструктивно, в цьому процесі немає місця насадженій ідеології, оскільки на перший план висувається свобода думки «якщо вчителі не вийдуть на передній край боротьби за свободу розуму, справа останнього виявиться майже безнадійною, і тоді нам і справді не оминуть тієї епохи страху, гноблення і придушення» [401, с.192]. А також школа має підготувати учня до фаху, бо ж «шкільна освіта, зрозуміло, має забезпечувати підготовку експертів та фахівців» [289, с.366].

А від так, школа виховуючи освічену людину разом із новими знаннями, вміннями та навичками формує і її світогляд «саме значення освіти полягає в зміні людської природи в процесі прищеплення людині нових типів мислення, відчуття, прагнень і вірувань, чужих неосвіченій людській натурі» [289, с.372].

Джон Дьюї акцентує на тому, що школа та сім'я є осередками формування громадянського суспільства, тому педагогічні ідеї на яких ґрунтується освітній процес має вирішальне значення для результату виховання «надання прямого впливу на формування і розвиток вподобань і схильностей – емоційних, розумових і моральних – це головне завдання сім'ї та школи. Отже, те, як протікає навчальний процес, він здебільшого демократичний чи недемократичний, не тільки має очевидне значення для самої освіти, а й визначає кінцевий ефект, який він має на формування інтересів і діяльності усього суспільства» [289, с.377].

Вчений не розділяв освітній процес на галузі гуманітарних та технічних наук, і навіть бачив в такому штучному розмежуванні небезпеку для здобуття нових знань, яку потрібно усувати «долати ту прірву, яку антична і середньовічна теорія і практика освіти створили між гуманітарними і технічними дисциплінами, а не сподіватися, що та порожнеча, та яма, яку вони створили, може служити початком будівництва вільного суспільства» [401, с. 155]. Оскільки в шкільній освіті Джона Дьюї, технічні науки не відірвані від гуманітарних, завданням останніх є наповнити професійну підготовку гуманітарним змістом «осмислення їх наукових основ

і тієї суспільної відповідальності і моральної користи, якої вони (технічні науки – авт.) потенційно мають» [401, с. 156]. Дослідження, які проводили учні, не мали бути розмежовані на предмети, а навпаки, мали інтегрувати в себе знання з різних дисциплін «в наші дні найбільшою потребою є взаємопроникнення знань про людину, природу та професійної підготовки, з одного боку, і глибокого розуміння соціальних основ і соціальних наслідків промисловості та ролі виробничих спеціальностей в сучасному суспільстві - з іншого» [401, с.195]. У своїй праці «Дитина і навчальна програма» (1902) Дьюї критикує поділ на освіти на навчальні предмети, а натомість пропонує звернути увагу та вивчення практично орієнтованих тем, які вже включають у себе знання з різних наук «Знову ж таки, життя дитини є цілісним, тотальним. Вона швидко і легко переходить від однієї теми до іншої, як з одного місця на інше, але не усвідомлює переходу чи перерви. Не існує свідомої ізоляції, і навряд чи свідомого розрізнення. Теми, які її цікавлять, поєднуються через особисті та соціальні інтереси» [290, с.8].

Застосування наукового методу в освітній діяльності розглядається вченим як засіб здобуття нових знань через дослідження «наука дає нам ті єдині засоби, які дозволяють дослідити людину і середовище нашого існування» [342, с. 252]. Через процес дослідження в учнів формується навички до логічного мислення та аналітичні здібності під час цілеспрямованого опрацювання інформації «що стосується методів навчання, то важливо мати на увазі, що першочерговою потребою кожної особистості сьогодні є здатність мислити, навик бачити проблеми, співвідносити з ними факти, застосовувати ідеї і радити своїй роботі. Якщо молодий чоловік або дівчина виходять зі школи, наділені такою здатністю, то все інше з часом до цього додається А маса речей, які підлягають «заучуванню», хоронить під собою навички самостійного мислення» [342, с.198] Джон Дьюї в цьому контексті критикує знаннєву модель освіти, але не виключає її важливості, оскільки, коли в учня сформований паттерн наукового мислення, знання можна «нанизувати» на нього «дитина і

навчальна програма – це просто дві межі, які визначають єдиний процес. Так само, як два пункти визначають пряму лінію, так й інтереси дитини, факти та закони визначають навчальну програму» [290, С. 16]. Власне, цей паттерн наукового мислення, вчений пропонує формувати через персональний досвід учня «оскільки науковий метод заснований на безпосередньому експериментально-керуваному досвіді, то будь-яка інтерпретація наукового світогляду буде робити акцент на необхідності застосування подібного досвіду в школі, як відмінного від простого знайомства з готовою інформацією, що пропонується учням у відриві від їх власного досвіду» [342, с.250]. Для наглядного визначення різниці між засвоєнням і розумінням інформації, Дьюї приводить приклад про вивчення того як працює автомобіль «людина може знати все про автомобіль, може перерахувати всі деталі машини і вміти розповісти про їх призначення. Але вона не осягне розуміння дій машини, поки не дізнається, як вона працює, як нею керувати і як змусити її працювати, якщо вона несправна» [291, с.167]. Розділення між теоретичними та практичними знаннями має бути усунено, оскільки теоретичні знання не підкріплені практикою залишаються без можливості втілення в життя, і навпаки практика без теорії може бути хаотичним, безладним рухом учня-дослідника «подолання розриву між знанням і дією, між теорією і практикою, який настільки глибоко і згубно позначається сьогодні на освіті, та й на суспільстві в цілому. Воістину це не просто гучні слова, що в пов'язують щасливим шлюбом теорією та практику, в цьому, в кінці кінців, і криється головна ціль науки і філософії освіти, які разом працюють на спільну мету» [292].

Застосування наукового методу в освіті має цінність, через формування в учня розуміння причинно-наслідкових зв'язків у природі, суспільстві, від прийнятого ними рішення на стан речей «наука, що входить в сферу освіти, може підтверджувати актуальні факти, а також узагальнювати їх, керуючись принципом причинно-наслідкового зв'язку» [342, с. 155]. Джон Дьюї акцентує увагу, що наукові дослідження посіли чільне місце в освітній сфері

університетів, більшою мірою не завдяки, а всупереч уставленим навчальним традиціям «зламавши опір міцної ортодоксальної позиції, наукові дослідження проникли в університети завдяки їх все зростаючій важливості для ведення громадських справ, а не тому лише, що в університетах люблять наукові знання, і вже тим більше не в силу поширеною звички довіряти науковому методу» [292].

Вчений зазначає, що без наукових досліджень вкрай важко сформувані в учнів уявлення про механізми, якими керується суспільний розвиток «до сих пір знаходяться люди, включаючи навіть багатьох вчених, які вважають, що таке чудове явище, як «чиста» наука, покритється брудом, вступивши у взаємодію з практикою. Однак, не розуміючи про таку взаємодію, студенти мають лише вкрай мізерного ступеня уявлення і не знаходять розуміння тих факторів, які сьогодні створюють образ суспільства і які здатні його змінити [291, с. 17]. Саме орієнтування освітнього процесу на практичні, соціально значущі обставини мають сформувані новий підхід до розуміння стратегічного значення шкільного навчання, з метою «шукати відповіді на запитання про зв'язок шкільного навчання з вимогами і можливостями, обумовленим соціальною ситуацією. Якщо вони (вчителі – авт.) готові до зустрічі з цією останньою проблемою, то слідом за нею виникнуть і проблеми відповідної реорганізації матеріалів, що входять в обов'язкову навчальну програму, методів викладання та соціальної організації школи» [291, с. 13].

Активна позиція учня в освітньому процесі формує у нього співвідповідальність не лише за процес і результат отримання нових знань, але й за вміння застосовувати ці знання в практичних цілях. Вчений розглядає свободу яку дає демократія в тандемі з відповідальністю, яку несе окрема людина за власні та спільні з іншими рішення «чи хочемо ми бути вільними, цілком покладеними на самих себе, нести відповідальність і обов'язок, що пов'язані з позицією активного члена суспільства?» [342, с.227]. Оскільки мало того, щоб виховати фахівця своєї справи, потрібно сформувані громадянську позицію, відповідального члена суспільства «освіта, що

отримується вченим або інженером, залишає їх байдужими до суспільних наслідків власних дій» [292], «освітній процес, який спрямований на взаємодію досягнутих знань в твердий світогляд і позицію. Освіта - унікальний засіб, за допомогою якого створюється єдність знання і цінностей, що керують реальною поведінкою» [290]. Саме ціннісна орієнтація формує громадянське суспільство «освіта, якщо це утворення в істинному розумінні, сприяє формуванню переконань. А це згодом відгукнеться розумною громадською дією, оскільки формування переконань є щось дуже відмінне від нав'ювання ідей» [292], під нав'язаними ідеями вчений розуміє ідеологічне виховання в тоталітарних країнах, коли учням прищеплюють однакові погляди, думки, цінності та світогляд, а також популізму в демократичних країнах – інструментом для керування масами, через вплив на емоційну сферу людини «єдина і найважливіша задача шкіл на сьогодні полягає у виробленні імунітету проти пропагандистського впливу преси та радіо» [290].

Вчений розглядає застосування науки в школі як чинник становлення і розвитку демократичного суспільства «до тих пір, поки в наших школах не будуть розцінювати науку як союзницю в силах, що утворюють сучасне суспільство, і, більш того, поки не будуть використовуватися ресурси організованого розуму, яким і є наука, в громадських діях, перспективи демократії не є безхмарними Якби психологія та фізичні науки вже хоча б одному поколінню прищепили здатність систематично і цілісно розуміти не просто як суспільство живе, але і як можна розумно керувати ним, тоді я міг би не турбуватися про майбутнє демократії» [289, с.392].

Джон Дьюї звертав увагу на необхідності системної практики з метою формування навичок до ініціативності та зацікавленості учнів освітнім процесом «кращий спосіб розвинути ініціативність і творчі здібності - це їх тренувати. Здібності, так само як і інтереси, зростають від застосування на практиці [292]. Проте системна практика має базуватися не на повторенні матеріалу чи комплексу неусвідомлених чи мало усвідомлених дій, а на

дослідженні – як творчому процесі «можна натренувати вроджений хист до рівня якоїсь вищої ефективності, але це не призведе до розвитку нових позицій, іншого складу розуму, що є метою освіти. Результат буде чисто механічним» [342, с.243].

Незважаючи не лише на проголошення, але й на втілення передових ідей для освіти того часу, школа Дьюї зазнала критики за двома напрямками: адміністративним, включаючи фінансову неспроможність закладу забезпечити якісний освітній процес, та процесом втілення самої ідеї, оскільки вказати напрям, ще не означає його повністю реалізувати, розуміти як зробити, ще не означає зробити. Вчителі школи розуміли і підтримували педагогічні ідеї Дьюї, але в них не було чітко визначених і прописаних засобів, дидактичних інструментів та методик для досягнення поставленого результату – власне це більшість науковців [375] вважають і спричинило занепад подальшої імплементації ідей вченого. Проте школа не припиняла працювати, але вже базуючись на інших педагогічних ідеях. І сьогодні, лабораторні школи Чиказького університету зараховуються до числа найкращих підготовчих шкіл США.

Володимир Іванович Вернадський

Володимир Іванович Вернадський видатний вчений світового рівня «він стояв у витоків низки наук, залишаючись при цьому самобутнім мислителем філософського складу. Його працями, позначеними системністю та міждисциплінарністю, зроблено суттєвий внесок у формування наукової картини світу. Для нього вищою цінністю була людина, яку він бачив у системі еволюції Всесвіту» [106, с.5].

Деякі думки Володимира Івановича Вернадського та Джона Дьюї перегукуються, хоч вчені працювали в різних сферах науки та в різних умовах, але спільним для них було бачення наукового світогляду, наукової думки, досліджень та демократії (праці В.І. Вернадського кінця XIX століття,

був співорганізатором ліберальної партії конституційних демократів, так звана партія кадетів), ролі науки, як фактора та засобу для прогресу людства. Як зазначав сам вчений про головні цілі людського існування у своєму щоденнику від 12 травня 1884 року «задача людини полягає в принесенні якомога більшої користі оточуючим... щоб інші, плоть від плоті і кров від крові нашої, могли досягти задоволення після нас – необхідно працювати над підняттям і поліпшенням, над розвитком людства» [64]. Одним із засобів такого розвитку Володимир Іванович визначав – науку «ставлячи за мету розвиток людства, ми бачимо, що він досягається різними засобами, і один з них – наука» [60]. Підкреслюючи всеохоплюючий вплив наукового знання на усі сфери життя людини, вчений значно випереджаючи час, описував перехід біосфери в ноосферу «Біосфера 20 століття перетворюється в ноосферу, що створюється перш за все через розвиток науки, наукового розуміння і базуючись на ньому суспільної праці людини... зараз же необхідно підкреслити нерозривний зв'язок її (ноосфери – авт.) створення з ростом наукової думки, що є першою необхідною умовою її існування» [65].

Отже, науку вчений розглядає як засіб для досягнення прогресу в усіх його проявах. Наукова думка об'єднує не лише людей які займаються науковими розвідками, а й тих хто споживає та використовує плоди її прогресу «сама наука через техніку спаяна в єдине ціле все людське населення планети і до нашого сторіччя поставила всі питання життя в планетарному, як кажуть, світовому аспекті. Реально тільки завдяки їй можна говорити про світове господарство, світову науку, світову політику ... Майбутнє наукової роботи, як суспільної роботи, розкриється найближчому поколінню в ще не баченому масштабі» [64]. Передбачення Володимира Івановича цілком актуальне для XXI століття, і вважаємо не втратить своєї актуальності і в майбутньому. Проте значення науки в наш час значно зросло для усього суспільства, що породжує циклічну необхідність збільшувати кількість залучених до наукових розвідок людей і формувати науковий тип мислення «тому що наукова робота лише частково йде вперед завдяки

блискучим відкриттям чи узагальнюючим ідеям одиничних персоналій; одночасно з ними створюється інша сфера, яка набуває сили та ваги, лиш завдяки планомірній збиральній – по суті мало персональній – роботі рядових наукової армії. Важливе та велике отримується із складання того що вноситься від багатьох...» [60]. Реалізована на практиці наукова думка втілює в життя найсміливіші ідеї «ми навчилися за останні роки в науці нічому не дивуватися, вважати неможливе можливим, сміливо і спокійно науково підходити до таких питань, до яких ще недавно добігала – і то дуже рідко – лише наукова фантазія або філософська спекуляція, що вийшла з рамки» [66, С.538].

Час в який жив Володимир Іванович Вернадський він визначав як період революційних змін в нанковому знані, постійно зростаюча кількість інформації обмежує можливість окремої людини докорінно пізнати і розібратися в дослідженнях, які проводяться багатьма ученими в один і той же час «Ми переживаємо докорінний злом наукового світогляду, який відбувається протягом життя нинішніх поколінь, переживаємо створення величезних нових областей знань, що розширює науково охоплений космос кінця минулого століття, і в його просторі, і в його часі, до невпізнання, переживаємо зміну наукової методики, що йде з швидкістю, яку ми даремно стали б шукати в збережених літописах і в записах світової науки. Зі все більшою швидкістю створюються нові методики наукової роботи і нові області знання, нові науки, що розкривають перед нами мільйони наукових фактів і мільйони наукових явищ, про існування яких ми ще вчора не підозрювали.

Насилу і неповно, як ще ніколи, окремий вчений може стежити за ходом наукового знання» [64, С. 38]. Цей прогрес науки є невинним і постійно зростаючим «і мимоволі під впливом цієї картини неухильного зростання наукового світорозуміння протягом усього XIX століття – у всіх оцінках і підсумках, в умах і свідомості величезної більшості мислячого людства є визнання зростання науки як однієї з характерних ознак XIX

століття, і в той же час в неясній, звичайно, але захоплюючій формі малюється в майбутньому подальше зростання наукової свідомості, відчувається і розуміється неминучість нових, подальших успіхів знання, досягнення наукою того, що здається нам поки найсміливішими фантазіями» [67, с. 176]. Наука не є чимось відірваним від реального життя, але впливає на людей у будь-якому куточку нашої планети прямим чи опосередкованим чином «у XX ст. вперше в історії людина пізнала і охопила усю біосферу... немає жодного клаптика Землі, де б людина не могла прожити, якби це було їй необхідно» [64, с.253].

Власне, для того, щоб відбувався прогрес науки вчений визначає необхідність виявлення та створення сприятливих умов для формування обдарованих особистостей «Дуже можливо, що для виявлення самих періодів наукової творчості необхідно збіг обох явищ: і народження багато обдарованих людей, їх зосередження в близьких поколіннях, і сприятливі для їхнього прояву соціально-політичні та побутові умови» [67, с. 176]. Окрім того, Володимир Іванович вбачав, що наука розвиток наукового знання має бути вільним та демократичним, бо сама по собі наука має демократичні основи «широке поширення соціалістичних ідей і охоплення ними носіїв влади, їх вплив і в ряді великих капіталістичних демократій створили зручні форми для визнання значення наукової роботи, у створенні народного багатства ... Але з підняттям значення науки у державному житті неминуча також зміна конструкції держави – посилення демократичної основи. Бо наука у суті справи є глибоко демократичною. У ній нема ні елліна, ні іудея» [66, с.87]. Оскільки створення нового передбачає волю для мислення, «шори» (ідеологія/панівні теорії/релігійні переконання/ культурні традиції тощо) в які ставиться світогляд науковця обмежує прогрес наукового знання. І власне персональна цікавість науковця в процесі дослідження визначає його ставлення до процесу розвідки «найхарактернішою стороною наукової роботи і наукового пошуку є ставлення людини до питання, що підлягає вивченню. У цьому не може бути відмінності між науковцями, і все, що

потрапляє в науковий світогляд, так чи інакше проходить через горнило наукового ставлення до предмету; воно утримується в ньому тільки до тих пір, поки воно його витримує» [65, с.55].

Вчений розглядає наукові розвідки як фактор впливу на визначення та ставлення до власного життєвого шляху, наукова думка та мислення і наукова робота нерозривно пов'язані процеси. Саме жага до знань і пізнання залишилася незмінною в людини протягом усього нашого існування, що й стало причиною розвитку нашого виду «наука дає нам можливість знайти непорушну і міцну опору життя не тільки в своїх результатах, досягненнях наукової роботи, але і в самому процесі наукової роботи, у викликаних науковими пошуками стратегії нашого життєвого шляху ... у мінливому бурхливому потоці пережитої нами світової катастрофи, де, як тріска, мчить людина і де руйнувалися і похитнулися вікові і нові підвалини, наша підвалина - наукова діяльність - залишається недоторканою» [66, С. 24].

Для Володимира Івановича Вернадського, як і для Джона Дьюї, збільшення кількості науково освічених людей, розглядалося як стратегічний засіб для виховання відповідальних та свідомих громадян, які знають свої права та обов'язки «чим глибше в масу будуть поширюватися відомості, отримані наукою, тим краще. Загальною нашою ідеєю повинно бути те, що народ має розуміти свої сили і права, має бути те, щоб приводить народ до свідомості, що треба йому самому управляти собою. Треба намагатися доставити народу ряд практично необхідних і важливих відомостей, намагатися направити його думку і переконати його у власних силах» [67, с. 104].

Науковий тип мислення необхідно формувати в громадян з огляду на те, що кожен з них впливає на розвиток цілого – суспільства. Окрім того, вчений чітко окреслює майбутнє суспільства з демократичною формою правління, від чого цінність усвідомленості наукового типу мислення та наукового світогляду зростає, про що зазначає у власному щоденнику від 21 травня 1884 року «держава і уряд існують для народу, а не народ для держави

і уряду. До сих пір народ не торкнувся наукового знання. Старі ідеї і старий світогляд, що багато століть назад відкинув науку, володіє ними. Ледве-ледве, з великими труднощами входять в маси наукові знання; причина – частково історичні обставини, що зробили з нас лиш зняряддя привільного життя тих, що стоять біля керма правління, також почасти мала робота в цьому напрямку осіб, які усвідомлюють подібне сумне і небезпечне становище речей. Що ж повинно визначити нашу ідею, нас всіх об'єднаних? Намагатися поширити в народі науковий світогляд; дати йому вірне уявлення про його становище в державі і чим він повинен бути; надати йому відомості, потрібні як в буденних справах, так і в житті» [64, С. 104]. Праця Володимира Івановича «Научная мысль как планетное явление» (Наукова думка як планетарне явище), що була написана у 1936-1938 роках, містить філософські погляди вченого про цінність наукового пізнання дійсності та необхідність формування наукової картини світу в людей «його висновки, що наука може розвиватися тільки разом з прогресом суспільства, що вона стає фактором могутності держави, мають виняткове значення для нинішнього і майбутніх поколінь. Як рушійна сила економічного і соціального прогресу наука безпосередньо впливає на сучасне і майбутнє Природи і людства» [65, с. 26].

Володимир Іванович, за декілька місяців до початку діяльності Національної академії наук України, у перших числах серпня 1918 року, писав: «Наукова діяльність суспільства і держави складається зараз з: 1) особистої творчої роботи, великої чи малої - байдуже, окремих людей, 2) з організації наукової роботи багатьох, 3) з створення центрів і знярядь наукової роботи – бібліотек, музеїв, лабораторій, дослідних інститутів. Безсумнівно, в науковій діяльності особиста наукова творча робота, вільна і нічим не пов'язана, крім особистих смаків і розуміння науки, є основною її рисою. Без неї немає наукової діяльності. Наукова робота – поряд з художньою творчістю – є однією з найяскравіших проявів людської особистості, її індивідуальності. Цілі століття наука тільки і жила цією

вільною самодіяльністю особистостей. Але життя ускладнювалося, і сила науки росла. Зростала і її державне значення. А з цим разом змінювалася форма її громадської організації ... Коли перед натуралістами в ХХ столітті стоїть питання, як швидше і сильніше, могутніше зрушити наукову роботу, опанувати найбільшою мірою силами Природи, проникнути в її таємниці, у нього може бути тільки одна відповідь – треба створити потужну соціальну організацію науки. Ця організація науки в Україні, очевидно, повинна бути що можливо найбільшою, володіти що можливо найбільшою силою і впливом на життя і на суспільну та державну діяльність» [65, с.27]. Згадуючи перші зустрічі щодо питань становлення української Академії наук, у своєму щоденнику від 9 травня 1918 року, вчений описує розмову з двома юними студентами, що також прийшли на зібрання, щоб підтримати створення цієї організації «Дві розмови з представниками місцевої молоді - з молодим хіміком і курсисткою. Ясно що йде і не зупиняється широка культурна і наукова робота. Створюються нові наукові групи і йде робота в уже існуючих. Це, мабуть, загальне явище: відчуття необхідності та важливості цієї роботи. Йде вона всюди, і здається мені, що значення цього процесу величезне» [64, с.83].

Отже ми окреслили, що філософські ідеї створення авторської ІОС з основ ДЗЗ базується на роботах Жан-Жака Руссо, Йоганна Генріха Песталоцці, Володимира Вернадського, Джона Дьюї та інших. Також працях сучасних філософів та педагогів, зокрема Віктора Андрущенка, Семена Гончаренка, Станіслава Довгого, Василя Кременя, Віктора Огнев'юка, Світлани Сисоєвої, Олександри Савченко, Наталії Дем'яненко, Сергія Терепищого, Олени Биковської, Октавії Фізеші та інших. Окреслено, що авторська ІОС більшою мірою побудована та взаємозв'язку трьох філософських течій: прагматизм, конструктивізм, та неопрогресивізм. Розглянуто погляди та праці Джона Дьюї та Володимира Вернадського з позиції поглядів на сферу освіти і науки і їх системотворчу роль для розвитку суспільства.

1.2. Відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення

*«Вся наука - це не що інше,
як уточнення повсякденного мислення»*

Альберт Ейнштейн

ІОС має на меті формувати наукову картину світу учня через використання певних методів та засобів, тобто в освітньому процесі закладається певні вимоги до того який набір компетентностей має бути сформовано в учня для того аби розширити розуміння як функціонують складні процеси різного рівня так і «спорядити» учня відповідним інструментарієм для дослідження цих процесів. Власне для того, аби сформувати сприятливі умови для формування наукової картини світу необхідно розвивати науковий тип мислення учня, через дослідницьку, дослідну, пошукову проєктуну тощо роботу.

У Постанові Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти» (від 23 листопада 2011 р. № 1392) термін наукова картина світу вживається в контексті державних вимог до рівня загальноосвітньої підготовки учнів за освітньою галуззю «Природознавство» основної школи у географічному компоненті, зокрема учень повинен «розуміти місце географії в системі наук, її роль у формуванні наукової картини світу» та старшої школи у фізичному компоненті, зокрема «знати і розуміти основні фізичні теорії, що характеризують рух та взаємодію, їх вплив на наукову картину світу» Більш частіше вживаються терміни природничо-наукова картина світу (7 разів) та науковий світогляд (4 рази). У державних вимогах до рівня загальноосвітньої підготовки учнів старшої школи (загально природничому компоненті) зазначається, що учні мають «уміти пояснювати суть основних концепцій, теорій, законів і закономірностей, що визначають сучасну

природничо-наукову картину світу, виявляти ставлення до сучасної природничо-наукової картини світу» [99].

Основоположник вчення про ноосферу – Володимир Іванович Вернадський розмірковуючи про науковий світогляд зазначав, що він не є чим-небудь «закінченим, зрозумілим та готовим», вивчаючи історію науки ми можемо помітити початок чи окремі частини сучасного наукового світогляду «через віки, можемо прослідкувати, як чужий для нас світогляд минулих поколінь, поступово змінювалося і набувало сучасного вигляду. Але через цю багатовікову, довгу еволюцію світогляд залишався науковим» [66, с. 38]. Думку про еволюцію/революцію наукового знання описував Альберт Ейнштейн у своїй праці «Maxwell's Influence on the Evolution of the Idea of Physical Reality» (Вплив Максвелла на розвиток уявлень про фізичну реальність), розмірковуючи про мінливість картини світу, він зауважує що віра в існування зовнішнього світу, незалежного від сприйняття суб'єкта, лежить в основі всього природознавства. Але так як чуттєве сприйняття дає лише непрямі відомості про цей зовнішній світ, чи «фізичну реальність», остання може бути пізнана нами тільки опосередкованим шляхом. Звідси випливає, що наші уявлення про фізичну реальність ніколи не можуть бути остаточними.

Володимир Іванович Вернадський у своїй лекції про науковий світогляд зазначав «історик науки повинен мати, таким чином, на увазі, що картина, яка ним подається, не повна і «обмежена» серед відомого в певну епоху – приховані зародки наступних великих відкриттів, які науковець може залишити поза увагою, це зрозуміло, так як він має справу з незакінченим – а може й з безкінечним – процесом розвитку і розкриття людського розуму» [66 с.35] Картина світу є певною схематизацією дійсності. Світ, який постійно розвивається, завжди є значно багатшим, ніж уявлення, що склалися на певному етапі суспільно-історичної практики про нього. Володимир Іванович Вернадський застосовував термін «науковий світогляд» – близьке за розумінням до сучасного – «наукова картина світу». Під

науковим світоглядом, вчений розумів, «певне відношення до оточуючого нас світу явищ, про тому що кожне явище входить в рамки наукового дослідження, де знаходить пояснення, що не суперечать головним принципам наукової розвідки. Окремі явища, які по'єднуються разом, як елементи цілого, і вкінці кінців отримуємо одну картину Всесвіту, Космосу, в яку входять рух небесних світил, і будова найдрібніших організмів, перебудова людського суспільства ... » [65, с.43].

Наукова картина світу є системою знань про закономірності та властивості природи, суспільства, техніки і загалом людини, що виникає через узагальнення та синтез знань усіх наук у певному часовому періоді. Головна ознака наукової картини світу – її системність і зінтегрованість. Тому, «наукова картина світу – це особлива форма наукового знання, яка належить до метатеоретичного рівня та інтегрує і систематизує конкретні знання, отримані різними науками» [73, с.11].

Микола Іванович Філон досліджуючи зв'язок наукової та лінгвістичної картини світу, зазначив, що під науковою картиною світу розуміють це сукупність знань про світ, вироблену науками на певному етапі їх розвитку. «Національна мова наскрізь пронизана конкретно-чуттєвим началом, образністю, наочністю, предметністю у найширшому сенсі цього слова, вона здатна реалізувати ці поняття за допомогою загальномовних засобів. Відтак можна говорити про вплив мовної картини світу певного народу на формування національної наукової картини світу» [237, с.54]. Наукова картина світу, не розглядаючи її «об'єктивність», «адекватність» чи «сучасність», входить в загальну картину світу індивіда.

Макс Планк зазначав, що створення фізичної картини світу, завжди спрямована до однієї мети – за допомогою законів зв'язати процеси світу відчуття один з одним і з процесами реального світу. Зрозуміло, в різні епохи історичного розвитку на передній план виступає то одне, то інше напрямком. За часів, коли фізична картина світу має більш стабільний характер, коли вважається, що розуміння реального світу вже порівняно недалеко, як це

було в другій половині попереднього століття, більшого значення набуває метафізичне напрямок. Навпаки, в інші часи, часи мінливості і невпевненості, як ті, що ми зараз переживаємо, більше на передній план виступає позитивізм, так як в такий час скрупульозний дослідник скоріше схильний до того, щоб відійти до єдиним твердим відправним пунктам – процесам в світі відчуття [15]. Томас Сэмюэл Кун, розглядає перехід від однієї до іншої наукової картини світу як наслідок наукових революцій [344, с.141].

Розглядаючи сучасні зміни наукової картини світу, Микола Іванович Філон, зауважує про «вплив мовної картини світу певного народу на формування національної наукової картини світу, оскільки національна мова наскрізь пронизана конкретно-чуттєвим началом, образністю, наочністю, предметністю у найширшому сенсі цього слова, вона здатна реалізувати ці поняття за допомогою загальнономовних засобів» [237, с.54]. Також, сучасні зміни наукової картини світу, які пов'язані з широкомасштабним використанням Інтернет-ресурсів у всіх сферах життя людини, досліджує Микола Ілліч Садовий. Вчений зауважує про необхідність сформувати в учнів уявлення про сучасну наукову картину світу у хмарному співвідносить кожну думку із

завданням, на вирішення якої спрямований розумовий процес. Таким чином

перевірка, критика, контроль середовищі, що в свою чергу забезпечить формування предметної компетентності майбутніх фахівців та сприятиме виробленню в них вміння планувати та реалізовувати власну професійну діяльність [213, с.14].

Відома фраза Альберта Ейнштейна: «Я не впевнений, чи може бути спосіб дійсно зрозуміти чудо мислення...» [417, с.224]. Складність полягає в тому, що мислення співставляє думки із завданнями. Мислення, починається тільки тоді, коли людина починає аналізувати, порівнювати, узагальнювати, синтезувати, але «найліпше мислення розвивається в умовах проблемної

ситуації» [145, с.93]. Через мислення відображається дійсність «за допомогою системи засобів, у першу чергу, мови й мовлення, також знань, мисленнєвих операцій тощо. При цьому під мисленнєвими операціями розуміють дії з об'єктами, що відображені в образах, уявленнях та поняттях, які віддзеркалюються «в думці» за допомогою мовлення» [171, с. 221].

Розвиток наукового мислення – сфера яка досліджується як психологами так і педагогами. Це «плідна» область для розвідок процесу формування думки та змін у поведінці з метою вирішення проблемних питань, а також дослідження навичок, необхідних для координації когнітивних здібностей. Діана Кун дослідила психологічні особливості розвитку наукового мислення в учнів [344]. Корін Зімерман узагальнила результати досліджень щодо розвитку наукового мислення з особливим акцентом на дослідницьку діяльність учнів початкової та середньої школи [424, с. 173]. Кеті Кейб Трандл дослідила розвиток наукового мислення в учнів початкової школи на уроках науки [405]. Кремінський Борис Георгійович дослідив сутність, змістову частину та шляхи формування наукового мислення у процесі вивчення фізики [143].

Корінн Циммерман, визначає наукове мислення як процес застосування методів та принципів наукового дослідження з метою обґрунтування чи вирішення проблемних ситуацій і передбачає навички, пов'язані з генеруванням, тестуванням та переглядом теорій, а у випадку повністю розвинених навичок – для роздумів над процесом здобуття та зміни знань [424, С. 173].

Професор психології та освіти Колумбійського університету – Діанна Зіпсе Кун [344], під науковим мисленням розуміє усвідомлену, цілеспрямовану дію з метою пошуку нових знань. Це визначення охоплює будь-який випадок цілеспрямованого мислення, метою якого є підвищення рівня знань людини. Одним із наслідків, що випливає з цього визначення, є те, що наукове мислення – це , процес, а не результат, останнє є науковим розумінням. Якщо створені сприятливі умови, процес наукового мислення

може призвести до наукового розуміння. Саме прагнення до наукового розуміння – до пошуку пояснення – рухає процесом наукового мислення. [344, С.2] Досліджуючи психолого-педагогічні аспекти формування наукового типу мислення в учнів, вчена зауважує, що такий тип мислення присутній і поза контекстом наукової розвідки, оскільки поєднується з іншими типами мислинневої діяльності, які присутні, зокрема, під час формулювання умовиводів та вирішення проблемних питань. Наукове мислення найчастіше є соціальним за своєю суттю, а не явищем, яке виникає лише всередині людини. Група людей може спільно покладатися на наукове мислення у досягненні своїх цілей.

Причиною розвитку наукового мислення є усвідомлення, що наявні знання неповні, чи не вірні. Навмисний процес узгодження емпіричних доказів та пояснення має на меті формулювання гіпотези. Власне результатом процесу узгодження, який розглядається як частина наукового мислення, може бути два варіанти – конгруентність (відповідність), або невідповідність. У першому випадку нові емпіричні докази, які зустрічаються, повністю сумісні з існуючою гіпотезою, і нових результатів розуміння немає. У другому, більш цікавому випадку, або корегується гіпотеза, або ймовірним результатом є те, що емпіричні докази ігноруються або перекручуються, що дозволяє розглядати цей процес як несправне наукове мислення, ніякого пошуку знань не відбувається, а також в такому випадку не допускається навіть можливість нових знань [344, С.3].

Наукове мислення, можна розглядати за рівнем соціальної організації як індивідуальну, соціальну та культурну діяльність. На індивідуальному рівні наукове мислення поділяє багато характеристик з іншими типами мислення з метою вирішення проблем і обґрунтування міркувань [359, с. 49–70]. Також його можна описати як специфічний тип навмисного пошуку інформації чи знань [344, с. 197]. Особливістю зрілого наукового мислення Діана Кун визначає метакогнітивні знання - здатність розмірковувати над

процесом здобуття знань та змінами, що виникають внаслідок залучення до наукової діяльності [344, с. 223].

Розвиток наукового мислення та відповідні фундаментальні знання окремої галузі взаємозалежні, між ними існує кореляція [344, с. 121]. Актуальними є дослідження на перетині когнітивного розвитку дитини та досягненнями наукової думки, а також те, що такі синергетичні дослідження можуть допомогти дітям краще освоїти предмет науки та стати науково грамотними дорослими [359].

У дітей, як і в науковців [417, с. 225] є природна цікавість до дослідження світу. Дослідження проведенні професором психології Корінн Циммерман в університеті Іллінойсу, показують що немовлята та маленькі діти (від 3-ох років) мають деякі задатки та здібності до наукового мислення [424, с. 173-175]. У дітей цікавість до дослідження виникає рано і спонтанно [335, 125–160]. Однак, перш ніж ця вроджена цікавість зможе ефективно вирішувати наукові питання, її необхідно вдосконалити та сформулювати за допомогою певного виду діяльності, таких як дослідження, вирішення проблемних питань, перевірка гіпотез, залучення до пошуку та оцінки емпіричних даних [425, с.143–165]. Корін Зімерман розглядає три основні когнітивні компоненти наукового мислення: формулювання гіпотез, експеримент та оцінка результатів [424, с.174].

До 3 років діти демонструють деяку обізнаність про власні процеси мислення та відрізняють мислення щодо об'єкта від його емпіричного сприйняття. Вони також починають використовувати такі поняття психічного стану, як бажання та намір, описувати свою та чужу поведінку. Принаймні до 4 років дитина розуміє, що психічні уявлення як результат міркувань не обов'язково дублюють зовнішню реальність. До цього етапу психічного розвитку дитини оцінка фальсифікованих тверджень, які є центральними для науки, не може відбутися. Проте варіативність тверджень, які 4-річна дитина може оцінити як потенційно помилкові, надзвичайно обмежена. [344, С.4].

З ранніх років діти будують гіпотези, які дозволяють їм осмислити і систематизувати свій досвід. Ці ранні гіпотези найчастіше є неправильними, а також неповними. У процесі, який став називатися концептуальною зміною, ці теорії переглядаються, оскільки виникають нові докази. Отже, здобуття знань – це не накопичення відокремлених шматочків знань, а, скоріше, процес їх концептуальної зміни. З прикладного, навчального погляду, а також теоретичного, процес перегляду теорії набуває особливого значення. Поглиблене розуміння наукових явищ, безумовно, є метою наукової освіти. Але сама здатність до прогресування цих розумінь залежить від наукового мислення і є принаймні такою ж важливою, як навчальна мета. [344, С. 2]. У дитячому віці створення та перегляд гіпотез, як пояснення дійсності, є загальноприйнятним явищем, оскільки діти прагнуть осмислити постійне розширення масиву досвіду, емпіричних знань. Цей ранній перегляд розуміння дійсності виявляє два важливі зв'язки з науковим мисленням, по-перше, співвідношення гіпотези та фактів, по-друге, процес може привести до глибшого розуміння. Однак є одна важлива різниця між ними. На відміну від наукового мислення, ранній перегляд розуміння дійсності відбувається неявно і без особливих зусиль з боку дитини. Маленькі діти мислять в канві своїх теорій, а не про них. У процесі накопичення досвіду вони можуть переглянути ці теорії, але вони не усвідомлюють, що так роблять [344, С.3].

Важливим компонентом наукового мислення є розуміння причин, що провокують систематичні відхилення у законах, доказах, теоріях а також «шум» та зміни, які очікуються під час повторних вимірювань [424, с.201]. Наукове мислення дітей можна вивчити на предмет того, що воно інформує нас про розвиток індуктивних, дедуктивних та причинно-наслідкових міркувань, вирішення проблем, здобуття та зміни знань, а також метакогнітивної та метастратегічної компетентності[424, с.207].

Наукова картина світу – це умовний термін, який дозволяє визначити наскільки учень розуміє, усвідомлює та визначає складність та

комплексність явищ і процесів у світі на фізичному та теоретичному рівнях. Дослідницька діяльність відіграє в цьому процесі особливу роль, оскільки становище учня зводиться не лише до акцептора знань, але й до творця нових даних та висновків в процесі дослідження.

Використання геоданих через ДЗЗ та їх аналіз в ГІС, як розширює так і поглиблює наукову картину учня. Що зумовлено унікальністю даних, які учень може самостійно знайти, обробити, проаналізувати та візуалізувати згідно своїх потреб дослідження. Більш детально розглянемо кожен з проявів впливу на формування наукової картини світу, розпочнемо з розширення. Учень може самостійно зібрати дані не лише про свій населений пункт чи на території до якої він має доступ, але й далеко за межами своєї країни чи свого континенту і бути впевненим, що ці дані достовірні і з першоджерела, також учень може порівняти дані на одну й ту ж територію з різних штучних супутників Землі, і також із статистичними даними, якщо такі існують. Проте найважливіше на нашу думку, це те що супутникові дані дають можливість оцінити глобальні процеси і їх вплив на локальний рівень, зокрема мова йде про глобальні зміни клімату та їх наслідки, моніторинг деградації чи відновлення екосистем, спостереження за наслідками надзвичайних ситуацій, в тому числі стихійних пожеж, повеней, землетрусів та виверження вулканів, і їх вплив на локальному та глобальному рівнях, вплив антропогенного чинника на зміни екосистем та розширення та поглиблення урбанізаційних та субурбанізаційних процесів тощо. Тобто учень має інструментарій, який може не лише моніторити і надавати дані з будь-якого куточка нашої планети, але й дає можливість збирати ці дані з певною регулярністю, щонайменше раз на добу, тому він має безумовну цінність для наукових розвідок.

Поглиблення наукової картини учня відбувається у процесі дослідницької діяльності. Оскільки учень постає у ролі науковця він має можливість збирати та аналізувати дані про тему свого дослідження. Більше того, учень має можливість через використання даних супутникового

моніторингу Землі побачити як «працюють» та теорія та правила, які учень вивчає в школі. Наприклад для українських учнів важко сформувавши уявлення про масштаб та силу ураганів, від яких страждають країни наприклад південної Азії та центральної Америки, проте за допомогою супутникових даних можна простежити, як ураган формується, куди і як швидко рухається, які температури та яку кількість опадів несуть в собі різні частини цього природного явища та зрештою як ураган «зникає». Або виверження вулкану, в Україні учні, на щастя, не мають змоги побачити наслідки цього природного лиха, проте багато країн страждає від нього і деякі виверження вулканів впливають на стан атмосферного повітря навіть нашої країни, тому дані супутникового моніторингу землі корисні в цьому випадку для моніторингу власне процесу виверження лави, яке теплове забруднення землі відбувається під час цього, які руйнівні наслідки воно може спричинити та які шкідливі речовини потрапляють в атмосферне повітря і як та куди вони переносяться внаслідок атмосферної циркуляції.

Одним із важливих компонентів є можливість досліджувати, як локальні так і глобальні процеси. Зокрема учень може досліджувати зміну концентрації вуглекислого газу на території свого селища та на Євразійському континенті в цілому, все залежить від території інтересу учня, та часу який необхідно затратити на обробку даних. Саме дослідження глобальних процесів формує в учня розуміння про взаємозв'язок в природі, що це система, в якій де б ти не був, будь-яка негативна дія на стан екосистеми змінить усю систему.

Також особливість використання супутникових даних створює в учня уявлення обмеженість власних органів чуття, мультиспектральні супутникові дані надають інформацію, яку учень би не зміг побачити на власні очі. Зокрема діапазони електромагнітного випромінювання в яких зондує штучний супутник Землі виходить за межі сенсорного сприйняття інформації людиною, тобто виходить за межі видимого діапазону, учень має можливість не лише спостерігати за процесами і явищами в

мікрохвильовому, ультрафіолетовому, інфрачервоному тощо діапазонах, але і комбінувати їх, проводити математичні маніпуляції тощо.

Обмеженість цих даних полягає більшою мірою в часовому періоді за який можна отримати знімки. Так перший супутник, який запустили у космос у 1957 році мав більшою мірою політичні амбіції першості. Для наукових цілей можна вважати служив перший супутник місії Landsat, зокрема Landsat 1, який збирав геодані з липня 1972 року до січня 1978 року. Саме ці дані вважаються сьогодні найдавнішими, серед тих, які є у мережі Інтернет. Хоч їх просторова (68 м x 83 м на піксель) та темпоральна розрізненість (18 днів) є досить великою, проте ці дані – безцінний фонд для дослідника, оскільки дають можливість простежити наприклад довготривалі наприклад, ерозійні чи то урбанізаційні процеси. На сьогодні одними із найкращих за якістю супутникових даних володіє супутникова місія Європейського космічного агентства - Sentinel , зокрема Sentinel-2, знімки якого мають темпоральну розрізненість 5 днів, а просторова розрізненість 10 метрів на піксель, це якщо вести мову про оптичну фізику знімання. Різноманітність відкритих та комерційних даних супутникового знімання дає змогу дослідникові побачити і дослідити, будь-яку частину нашої планети за останні 40 років не виходячи з дому, проаналізувати процеси та явища в динаміці їх розвитку та їх наслідки на глобальному і локальному рівні. Тому вважаємо, що інструментарій дистанційного зондування Землі, безумовно поглиблює наукову картину світу учня.

Щодо ролі ГІС у формуванні наукової картини світу учня, то вони впливають на такі сфери, як: розуміння та дослідження просторових зв'язків, формування аналітичних навичок та навичок критичної оцінки інформації, а також впливає на системність та логічність мислення учня. ГІС в першу чергу формують навичку створення, систематизованої просторово прив'язаної інформації, яку можна відобразити в картографічному вигляді. Цей процес відточує в учня розуміння спільних ознак інформації, способів її систематизації та узагальнення та подальшого аналізу. Також процес аналізу

геоданих в ГІС формує навичку критичної оцінки інформації та логічність мислення. Наприклад, учень, який брав участь у Всеукраїнському конкурсі «Екопогляд» досліджував кореляційні зв'язки між зеленими зонами міста Києва та рівнем шкідливих речовин в атмосферному повітрі нашої столиці (нітроген діоксид, вуглекислий газ та аерозолі РМ 2.5), та виявив для себе неочікуваний результат, що один з найбільш зелених районів міста Києва – Голосіївський мав найвищий рівень забруднення атмосферного повітря у 2019-2020 роках. Тобто проживаючи в цьому районі учень не відчував різниці на фізичному рівні між кількістю аерозолей наприклад, умовно між Голосіївським та Дніпровським районами, проте систематизувавши та проаналізувавши геодані зробив певний висновок.

Робота з великими геоданими це безумовно виклик для освіти та науки, оскільки їх кількість та якість збільшується з кожною секундою, проте важливо не лише констатувати цей факт, але й навчати і готувати учнів до їх використання не лише в освітньому процесі, але й дослідницькій діяльності, бо остання формує навичку роботи за окремою темою, яка цікава учневі і з невідомою інформацією як для учня так і для вчителя, в цілях пошуку відповідей, перевірки інформації чи її спростування.

Отже ми розглянули як взаємовплив наукового мислення на формування наукової картини світу учня зокрема. Визначили, що наукова картина світу учня формується та удосконалюється у процесі дослідницької діяльності з використанням технологій ДЗЗ.

1.3. Сміслові поле термінологічного апарату дослідження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі

Головним терміном нашого дослідження є ІОС, в авторському тлумаченні ми окреслюємо смислове поле терміну, як комплекс умов та заходів з їх реалізації, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього

процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій, в тому числі даних та способів їх обробки й аналізу.

Система у цьому розумінні використовується на позначення взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів освітнього процесу, зокрема: суб'єкти освітнього процесу, дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, методичний та процесуальний компонент. Кожен з цих компонентів містить в собі ще низку під компонентів, які можна розширити в залежності від типу ІОС, в яких умовах та з якою метою вона впроваджується в освітній процес. В логіці цієї думки ми опираємося на визначення системи, як «сукупності визначених елементів, між якими існує закономірний зв'язок чи взаємодія. Якісні характеристики цих елементів становлять її зміст, а сукупність закономірних зв'язків між елементами – внутрішню форму, або структуру системи» [207, с.583].

Також впровадження ІОС в освітній процес можна умовно поділити на декілька рівнів, в залежності від того яким чином використовуються дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, зокрема на рівні пошуку наявної інформації – репродуктивний рівень; на рівні аналізу наявної інформації – продуктивний рівень; на рівні створення нової інформації – творчий рівень. Під час впровадження ІОС в освітній процес суб'єкти можуть бути включені в декілька рівнів поступово, одночасно, або змішано в залежності від мети та умов. Творчий рівень передбачає дослідницьку діяльність, коли учень шляхом опрацювання наявних матеріалів робить нові висновки, створює нові дані чи інформаційні ресурси тощо, іншими словами його дослідження має наукову новизну. Першим ключовим словом ІОС є «інформація» тобто робота з даними. В контексті нашого дослідження – робота з геоданими.

Геодані – інформація, що має географічну прив'язку (широта, довгота). Тобто дані повинні бути прив'язані до координатної сітки на земній поверхні. Ми відносимо це поняття до розділу понять «великі дані» (big data), оскільки і масштаб і об'єм інформації, яка продукується постійно, і для

аналізу потребує залучення ІТ. Технології, які функціонують аби продукувати геодані – відіграють важливу роль і в освітньому процесі, зокрема, від міжнародних проєктів, за типом «Globe» від НАСА, де учні за допомогою спостереження та датчиків збирають дані про стан географічної оболонки з різних країн у спільну базу даних, до місій супутникового спостереження за Землею від міжнародних космічних агенцій.

Отже, інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі – комплекс умов та процесу з їх створення, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій ГІС та ДЗЗ, в тому числі геоданих та способів їх обробки й аналізу.

Самі по собі дані, сервіси, де вони зберігаються та технології їх обробки це об'єкт, який існує поза освітнім процесом, аби цей об'єкт включити в освітній процес необхідно створити умови і суб'єкт-об'єктну та суб'єкт-суб'єкту взаємодію.

Суб'єкт- суб'єктні відносини в ІОС також мають різні типи взаємодії, зокрема: вчитель-учень, учень-учень, вчитель-вчитель тощо. У нашому дослідженні найвищий рівень цієї взаємодії виражається у формуванні спільноти, що є одночасно умовою і результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ. Тут взаємодія виражається дещо специфічно, оскільки освітній процес основною мірою спрямований на організацію дослідницької діяльності учня. Розглянемо деякі з цих типів: учень-керівник секції (взаємодія має на меті ознайомити учня фізичними основами ДЗЗ, сформувати навички аналізу супутникових знімків в геоінформаційних системах тощо), учень-учень (взаємодія має на меті спільно опрацьовувати інформацію, формувати навички, здобувати знання проводити дослідження тощо), учень- педагогічний керівник (взаємодія має на меті провести дослідження за обраною темою), учень- науковий керівник (взаємодія має на меті консультування учня в рамках дослідницької роботи, зокрема у формулюванні основних складових дослідницької роботи:

формулювання гіпотези, об'єкту, предмету, мети, завдань дослідження, використання наукових методів, формулювання висновків тощо). Це типи взаємодії де обов'язковим учасником є учень. Для суб'єкт- суб'єктних відносин де обов'язковим учасниками є педагоги, ми виділяємо такі типи: фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - керівник секції «ГІС та ДЗЗ» (взаємодія має на меті наукову та методичну підтримку діяльності керівника секції для ефективної організації ним освітнього процесу), фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - науковий керівник учня секції «ГІС та ДЗЗ» (взаємодія має на меті надати приклади та методики використання інструментарію ГІС та ДЗЗ для учнівських досліджень, ознайомити з ресурсами, веб-сервісами тощо), фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - педагогічний керівник учня секції «ГІС та ДЗЗ» (взаємодія має на меті ознайомити вчителя з фізичними основам дистанційного зондування Землі, аналізу супутникових знімків в геоінформаційних системах та методами використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі і для організації учнівських досліджень). Тобто учень – фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – керівник секції «ГІС та ДЗЗ» – педагогічний керівник – науковий керівник формують ядро нашої спільноти, також до неї також входять батьки учнів, адміністрація закладу освіти, громадські організації, органи управління освіти, приватні організації, органи державного управління.

Спільнота дає можливість «включити» суб'єктів освітнього процесу до колективу, який об'єднаний спільною ідеєю, цінностями та цілю формувати певні компетентності, це дає можливість відчувати свою причетність до впровадження спільної ідеї та стати частиною спільноти (соціальний аспект). Спільнота – «живий» організм, який розвивається і розширюється в залежності від умов та результатів своєї діяльності. Ціллю нашого дослідження теоретично обґрунтувати та практично створити такі умови, аби ця спільнота в МАНУ – зародилася, розвивалася і розширювалася на інші рівні освіти та заклади освіти, та щоб використання даних

супутникового моніторингу в освітньому процесі МАНУ та поза її межами стала органічною складовою вивчення природничих дисциплін.

***Смислові поля термінів «інформаційно-освітня система» та
«інформаційно-освітнє середовище»***

Два терміни: «інформаційно-освітня система» та «інформаційно-освітнє середовище», мають спільну основу – «інформаційно-освітню», тобто передбачається здійснення певних дій з інформацією і її продуктами в освітніх цілях. Проте частина «система» та «середовище» – мають різне смислове навантаження.

Отже, розглянемо термін, який в українській педагогічній літературі більш розроблений та обґрунтований – «інформаційно-освітнє середовище». Опрацювання смислового поля цього терміну містяться у працях: А. Бойко, В. Биков, Д. Швець, В. Шевченко, О. Гриб'юк, О. Буров, С. Литвинова, Ю. Богачков, Н. Яськова, Н. Дементієвська, Я. Галета, О. Соколюк, С. Тітов, О. Тітова, Н. Тверезовська, Д. Касаткін, М. Моїсеєнко, М. Жалдак, Р. Вернидуб, О. Топузов, А. Ворожбит та інші.

Термін «середовище» в етимологічному контексті близьке до терміну «простір», різниця полягає в тому, що ключовим означенням середовища є умови (суспільні, духовні, фізичні, матеріальні тощо), а простору – співіснування речей у певній площині [128]. Тобто акценти у смислових полях понять різні, проте спільним є те, що ці два терміни окреслюють певну форму співіснування речей, об'єктів і процесів.

Виходячи з цієї логіки розглянемо термін «освітнє середовище». Його опрацьовували багато науковців, ми будемо опиратися на концепцію Нової української школи, де зазначають, що освітнє середовище «створюється для заохочення самовизначення дітей у класі та розвитку їхніх спроможностей, оскільки відомо, що люди, які контролюють те, що відбувається з ними, краще адаптовані до життя» [176, с. 53]. Биков Валерій Юхимович окреслює

сміслове поле близького терміну «навчальне середовище» як і визначає його як «штучно побудовану систему, структура і складові якої створюють необхідні умови для досягнення цілей навчально-виховного процесу» [34]. У терміні «інформаційно-освітнє середовище» – акцентом є робота з інформацією, даними, інформаційними ресурсами, технологіями, тобто «інформаційно-освітнє середовище» є складовою (терміном другого порядку) відносно «освітнє середовище».

Як і Валерій Юхимович, Карташова Любов Андріївна ключовим до поняття інформаційно-освітнє середовище використовує термін «система» і визначає, як «цілеспрямовано побудовану інноваційну педагогічну систему в освітній діяльності закладу, створену на основі сучасних педагогічних, інформаційно-комунікаційних та дистанційних технологій, методів й інтеграції комп'ютерно орієнтованих засобів з інформаційно-ресурсним забезпеченням, призначену для адаптації сучасного навчально-виховного процесу до умов інформаційного суспільства» [128, с.75].

Вернидуб Роман Михайлович у визначенні робить акцент на використанні певних ресурсів та засобів і визначає інформаційно-освітнє середовище як «системно організовану сукупність сучасних електронних освітніх і інших інформаційних ресурсів, орієнтованих на задоволення потреб учасників освітнього процесу і його науково- і навчально-методичний супровід, а також комплекс технічних і програмних засобів користування навчальними матеріалами, що забезпечують оперативний доступ до інформації, телекомунікаційну взаємодію студентів і викладачів задля досягнення цілей навчання» [128, с.75]. Топузов Михайло Олегович притримується схожої логіки, але узагальнює ресурси та засоби до терміну «об'єкти», він визначає інформаційно-освітнє середовище як «складноструктуровану соціотехнологічну та інформаційно-управлінську систему, до складу якої входять люди (суб'єкти управління та учасники освітнього процесу), а також різні за призначенням і особливостями будови техніко-технологічні об'єкти» [232, с.29]. У більшості визначень науковці

роблять акцент на тому, що інформаційно – освітнє середовище містить характеристики системи, проте першочергово є ознака створення певних умов (ресурсів, засобів, об'єктів, взаємовідносин суб'єктів освітнього процесу тощо). У своєму дослідженні ми власне ознаку системи виводимо в назву терміну – «інформаційно-освітня система», оскільки хочемо підкреслити взаємозв'язки і взаємозалежності, які є під час створення спільноти зацікавлених учасників у вивченні та використанні даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі МАНУ. Отже ми визначаємо інформаційно-освітню систему як комплекс умов та заходів з їх реалізації, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій, в тому числі даних та способів їх обробки й аналізу. Більш вужчим терміном, яке є ключовим для нашого дослідження є «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» ми визначаємо його смислове поле цього, як комплекс умов та заходів з їх реалізації, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі. В цьому контексті ми робимо акцент на ресурсах і технологіях, аби означити особливість терміну, проте в розуміння терміну ми також вкладаємо суб'єкт-суб'єктні та суб'єкт-об'єктні відносини, які є передумовою формуються під час і є результатом впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітній процес.

Суб'єкт – об'єктні відносини в інформаційно-освітній системі

У філософській літературі подано таке визначення терміну «об'єкт» – це категорія, яка використовується на позначення будь-яку «дійсну чи уявну, уречевлену чи ідеальну реальність, яка розглядається як щось зовнішнє у відношенні до людини та її свідомості і яка стає предметом теоретичної та практичної діяльності суб'єкта» [207, с. 438] . Тобто об'єкт це та частина дійсності, яка в наслідок цілеспрямованих дій суб'єкта – людини, зазнає

певних змін, перетворень та адаптації у відповідності до потреб чи вимог суб'єкта, «будь-яка реальність актуалізується як об'єкт лише у відношенні до суб'єкта» [207, с. 439]. Об'єкт розглядається у взаємодії із суб'єктом «об'єкт відтворюється в знанні на основі практично перетворювальної взаємодії з ним суб'єкта» [80, с. 439]. Тобто поза суб'єкт-об'єктною взаємодією реальність можна розглядати лише як потенційний об'єкт «Принциповим означенням об'єкта є те, що він незалежно від своєї матеріальної чи ментальної природи стає в опозицію до суб'єкта, що, у свою чергу, є необхідною умовою самого існування суб'єкт-об'єктного відношення. Категорії об'єкт і суб'єкта утворюють парну, біполярну категоріальну структуру «суб'єкт - об'єкт», яка виражає сутність будь-якої людської діяльності» [207, с. 439]. На суб'єкт - об'єктні відносини впливають цілі та умови взаємодії, в тому числі часові рамки і рівень розвитку суспільства «і суб'єкт, і об'єкт пізнання детермінуються рівнем розвитку суспільної практики та культури» [71, с.2]. У своїй праці Велитченко Леонід Кирилович [62, С. 18] розкриває поняття «суб'єкт-об'єктні зв'язки» через такі параметри, як: інформативність занять, міжпредметні зв'язки, системність, практична придатність занять, наочність, логічність, викладу, стимуляція до самостійної роботи). Цінним для нашого дослідження є положення розроблені у дисертаційному дослідженні Ільїної Олени Олексіївни, де авторка визначає суб'єкт-об'єкт-суб'єктні відносини молодших школярів на основі гендерного підходу, як «тип відносин, що складається в освітньому процесі, де суб'єктами є активні його учасники (носії різного гендеру), а об'єктом – спільна навчальна діяльність (гра)» [126, С. 9].

В нашому дослідженні суб'єкт-об'єктних відносин в інформаційно-освітній системі, суб'єктами освітнього процесу є люди, зокрема: учень, керівник секції «ГІС та ДЗЗ», науковий керівник, педагогічний керівник, а під «об'єктом» ми розуміємо: технології ГІС та ДЗЗ, геодані та інформаційні ресурси. Частково ознаки об'єкту мають методична та організаційна частина

інформаційно-освітньої системи, проте ми не будемо їх розглядати з позиції об'єкта, аби не розширювати смислове поле терміну.

Отже, розглянемо покомпонентно об'єкти інформаційно-освітньої системи. Взаємодія суб'єктів освітнього процесу з технологіями ГІС та ДЗЗ виражається через використання технологій супутникового моніторингу Землі та отриманих даних обробки в ГІС. Сюди входять механізми отримання геоданих, алгоритми їх обробки та класифікації, процес їх дешифрування, аналізу, візуалізації та макетування тощо. Також сюди відносимо використання технологій машинного навчання та штучного інтелекту для роботи з геоданими.

Взаємодія суб'єктів освітнього процесу з геоданими, виражається безпосередньо роботою із супутниковими знімками (растрові зображення), електронними картами (векторні об'єкти), метаданими (супутня інформація про геодані). У своєму дослідженні ми поєднуємо дані супутникового моніторингу Землі з їх аналізом у середовищі ГІС, оскільки в комплексі ці технології створюють умови для повної обробки, аналізу та візуалізації результатів дослідження. Серед даних супутникового моніторингу Землі ми використовуємо різні місії, проте оптимальними для освітнього процесу в позашкільній вважаємо використання даних з місій Landsat (НАСА) та Sentinel (Європейське космічне агентство), оскільки перша – має найбільш давній репозитарій геоданих, а друга – найвищу детальність супутникових даних, що знаходяться у відкритому доступі.

Взаємодія суб'єктів освітнього процесу з інформаційними ресурсами. Сюди ми відносимо хмарні сервіси, веб-платформи, програмне забезпечення. Тобто ті ресурси де зберігається репозитарій геоданих і де можна їх аналізувати. Зазвичай сучасні хмарні сервіси, типу EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Engine тощо, уже містять у собі інструменти аналітики, які можна застосовувати для аналізу геоданих, проте також для формування «повної картини» учням необхідно сформувати навички роботи і в настільних програмних продуктах за типом Quantum GIS.

Отже ми розглянули три типи суб'єкт-об'єктних відносин: суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси. Ці три типи взаємодії створюють передумови для ефективного впровадження інформаційно-освітньої системи основ дистанційного зондування Землі в освітній процес.

Суб'єкт- суб'єктні відносини в інформаційно-освітній системі

Проблема суб'єкт-суб'єктних відносин значно ширше розкрита в українській педагогічній літературі, а ніж суб'єкт-об'єктні відносини. У філософському розумінні термін суб'єкт використовується на позначення «активного компонента пізнавального відношення, протилежного до пізнаваної дійсності, тобто об'єкта. В процесі пізнання суб'єкт взаємодіє з об'єктом, спрямовує на нього свої пізнавальні здатності, перетворює і відображає його, формуючи систему знання про об'єкт» [241, с. 613]. У словнику Бусела Вячислава Тимофійовича, також знаходимо, що на позначення суб'єкта використовується активна, щодо процесу, його ознака, зокрема «істота, здатна до пізнання навколишнього світу, об'єктивної дійсності й до цілеспрямованої діяльності» [59, с. 1008].

Питанням суб'єкт-суб'єктних відносин в освітній сфері присвятили свої праці Бойко Алла Микитівна [44], Дем'яненко Наталія Миколаївна [94, 96], Ільїна Олена Олексіївна [126], Вишківська Ванда Болеславівна [69], Велитченко Леонід Кирилович [62] та інші.

Під суб'єкт-суб'єктними відносинами розуміють «особливі відносини, за яких педагог і студент сприймають один одного як рівноправних партнерів спілкування» [69, с. 169]. Причому таке рівноправне сприйняття відбувається в контексті різних рольових моделей в освітньому процесі, не передбачає схожості їхніх думок, але дає змогу кожному мати відстоювати свою точку зору. У нашому дослідженні, ми погоджуємося із думкою Босенко Маріанни Іванівни про суб'єкт-суб'єктну виховну парадигму, яка проявляється через

«органічне поєднання гуманних і демократичних принципів педагогіки, а також визнання дитини найвищою цінністю» [127, с. 67]. Бойко Алла Микитівна зазначає, що «загальною методологічною основою, найважливішою умовою і провідним фактором гуманізації навчання і виховання виступають суб'єкт-суб'єктні, морально-естетичні педагогічно доцільні виховуючі відносини учителів і учнів» [46]. Погоджуємося з думкою Бойко Алли Микитівни, що суб'єкт-суб'єктні відносини є модифікацією міжособистісних відносин, оскільки характеризують взаємодію особистостей, індивідуальностей в освітньому процесі. Суб'єкт-суб'єктні відносини у впровадженні ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ обумовлені метою взаємодії – освіта в центрі якої є дослідницька діяльність. Тобто освітній процес має на меті сформувати достатній рівень компетентностей, аби учень зміг самостійно провести власне дослідження та представити і захистити його результати перед експертами галузі.

Отже, в нашому дослідженні є три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій: учень-учень, учень-вчитель та вчитель-вчитель. Розглянемо окремо кожен із блоків і їх складові, окремо. Блок учень-учень – передбачає спільну взаємодію між двома чи більше учнями в з освітньою метою. Ця взаємодія має на меті не лише спільно набути нові знання, але формувати навички співпраці та комунікації – так званих м'яких навичок. До прикладу це може бути спільна взаємодія в освітньому проєкті зі створення бази геоданих до електронної карти (як у Всеукраїнському конкурсі «Save Спадок») чи спільне дослідження на обрану тематику (як у Всеукраїнській літній школі з основ дистанційного зондування Землі). Взаємодія учень - керівник секції, передбачає, що вчитель (керівник секції «ГІС та ДЗЗ») організовує взаємодію з учнем в освітніх цілях, зокрема аби сформувати в учня достатньою базу знань про фізичні основи ДЗЗ та можливості аналізу даних супутникового моніторингу в середовищі ГІС, задля здійснення дослідницької діяльності.

Взаємодія учень - педагогічний керівник має на меті мотивувати та окреслити тематику дослідження учня. Педагогічний керівник – це

здебільшого шкільний вчитель, який пропонує та заохочує певних учнів навчатися в МАНУ та брати участь у проведенні дослідницької роботи. Взаємодія учень-науковий керівник передбачає науковий супровід учнівського дослідження, науковим керівником може бути вчитель із науковим ступенем, викладач закладу вищої освіти тощо. В цій взаємодії важливо зорієнтувати учня у доцільності використання наукових методів, структурних компонентів дослідження та окресленні наукової новизни.

Оскільки впровадження ІОС з основ ДЗЗ передбачає також взаємодію між освітянами, тому ми видаляємо її в окремий блок «вчитель-вчитель». Цей блок складається із взаємодій: фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-педагогічний керівник. Отже, усі три взаємодії містять у собі компонент «фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – науковці які працюють в лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «МАНУ», розробляють стратегію та шляхи впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес МАНУ та за її межами й здійснюють для цього укладання та апробацію методичних матеріалів та організують заходи, проєкти, конкурси для підтримки цієї ініціативи.

Взаємодія фахівців лабораторії «ГІС та ДЗЗ» з керівниками секцій, науковими та педагогічними керівниками починається здебільшого із курсів для освітян. Саме 13 освітян, які розпочали своє знайомство технологіями ГІС та ДЗЗ на курсах для освітян, сьогодні є керівниками секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ. Поза курсами керівники секції «ГІС та ДЗЗ» мають постійну методичну та організаційну підтримку від фахівців лабораторії. Взаємодія з науковими керівниками учнівських досліджень передбачає в першу чергу ознайомлення науковців із можливостями, які надають технології ГІС та ДЗЗ для досліджень, а також надання прикладів та методики використання інструментарію ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі та дослідницькій діяльності, ознайомити із сучасними ресурсами, хмарними сервісами, веб-платформами тощо.

Взаємодія з педагогічними керівниками має на меті ознайомити вчителя з фізичними основам ДЗЗ, аналізом супутникових знімків в ГІС та методами використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі і для організації учнівських досліджень. Тобто педагогічний керівник – організовує освітній процес у закладі де він навчає учнів, і власне він і є важливою особою у масштабуванні методик поза системою МАНУ. На практиці керівник секції одночасно може бути і науковим і педагогічним керівником дослідження. Проте ми розглядаємо найбільш ширший випадок – окремо кожного суб'єкта.

Інші типи взаємодії, безумовно, існують, наприклад: фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ»-учень, педагогічний керівник-науковий керівник, проте ми їх не розглядаємо окремо, аби не розширювати зміст нашого дослідження, ми зосередимося тільки на найважливіших взаємодіях, що забезпечують впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ.

Отже ми розглянули три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій: учень-учень, учень-вчитель («учень - керівник секції», «учень – педагогічний» керівник, «учень - науковий керівник») та вчитель-вчитель (фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - педагогічний керівник).

1.4. Інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі як авторська освітньо-наукова інновація.

Термін «авторство» вживається у багатьох наукових сферах, проте його точна аргументація та окреслення смислів регламентується юридичною сферою. Згідно з визначенням Інституту правової інформації Корнельської юридичної школи «Автор – це людина, яка щось створює, придумує або дає існування. Більшість людей вважають автором людину, яка написала статтю,

книгу, вірш, лист чи будь-який літературний твір. Автором в авторському праві є творець оригінального твору [266].

В освітній діяльності авторство можна аргументувати як створення чи удосконалення етапів чи компонентів освітнього процесу, тобто коли людина творчо осмислює освітній процес, усвідомлює шляхи підвищення його ефективності та власне створює інновацію в освіті.

З позиції нашого дослідження ІОС з основ ДЗЗ розроблялася та впроваджувалася дисертанткою в освітньому процесі МАНУ від ідеї, теоретичного обґрунтування до практичної реалізації та масштабування в освітню практику територіальних відділень МАНУ. Укладено авторські освітні матеріали, які були апробовані та рекомендовані до використання вченою та методичною радою Національного центру «МАНУ», Міністерством освіти і науки України та міжнародними організаціями-лідерами у сфері ГІС та ДЗЗ.

Визначення смислового поля терміну «освітньо-наукова інновація» в контексті базових понять «інновація» та «освітня інновація»

Термін як слово чи словосполучення є необхідним елементом наукового знання для точного означення процесів чи явищ, і такого ж розуміння цього означення іншими людьми. У свою чергу поняття є визначенням смислового поля терміну. З філософської точки зору, термін визначається, як «слово або словосполучення, яке позначає поняття, що використовується в певній галузі знання з максимально точним смисловим визначенням» [241, с. 636]. У різних сферах науки вживається термін «інновація» на позначення чогось нового, за визначенням Йозефа Шумпетера (Joseph Schumpeter) «інновація – це практична реалізація ідей, результатом яких є впровадження нових товарів чи послуг або покращення пропозиції товарів чи послуг» [272]. У 2009 році Анахіта Бареге (Anahita Vareghel) знайшли близько 60 визначень «інновації» у різних наукових

статтях, на основі свого дослідження він спробував сформулювати мультидисциплінарне визначення і прийшов до наступного: «Інновація — це багатоетапний процес, за допомогою якого організації перетворюють ідеї на нові/покращені продукти, послуги чи процеси, щоб просуватися вперед, конкурувати та успішно диференціювати себе на своєму ринку» [272, с. 1324]. Схоже розуміння склалося і в освітній сфері, оскільки освіта це також сфера послуг (з позиції економіки), яка передбачає постійне оновлення і пошук ефективних шляхів для підготовки учня до вимог конкурентного середовища на міжнародному ринку праці.

Поняття «інновація» з позиції освітньої діяльності досліджували у своїх працях Віктор Андрущенко, Василь Кремень, Алла Бойко, Наталія Дем'яненко, Валерій Биков, Олександра Савченко, Олександра Дубасенюк, Октавія Фізеші, Лілія Мартинець.

Слово «інновація» має багатогранне значення, оскільки складається з двох форм: ідеї та процесу її реалізації [198]. Інновація має спільне смислове поле з терміном «нововведення» [59, с.506]. Тобто для освіти це те нове, що має цінність для осучаснення та підвищення ефективності освітнього процесу, і що ще не використовувалося в освіті в тих аспектах чи/і масштабах яких пропонує інноватор – той хто впроваджує інновацію.

Алла Бойко розглядає інноваційну педагогічну діяльність як «вид педагогічної діяльності, спрямований на конструювання, створення, апробацію, впровадження чи поширення досягнень передового досвіду педагогічної науки, технологій» [43, с. 17].

Паламарчук Валентина сепарує два терміни «новація» та «інновація» [186]. З досліджень Олександри Дубасенюк «інновації в освіті – це процес творення, запровадження та поширення в освітній практиці нових ідей, засобів, педагогічних та управлінських технологій, у результаті яких підвищуються показники (рівні) досягнень структурних компонентів освіти, відбувається перехід системи до якісно іншого стану» [113, с.12]. Олег Марущенко у своєму дисертаційному дослідженні визначає інновацію в

освіті, як те, «що змінює середовище її впровадження. Таким чином, новизна є лише фактором інноваційності. Найбільше значення має не стільки сама інновація, її природа, скільки результативність її впровадження в конкретне середовище, її необхідність для розвитку та вдосконалення даного середовища» [161, с.7].

Окреслюючи смислове поле терміну «інновація» у нашому дослідженні ми визначаємо його як комплексний процес впровадження в практику новацій. Уточнюючи *освітню інновацію*, щодо нашого дослідження, ми визначаємо її як комплексний процес нововведень в ІОС з основ ДЗЗ з метою підвищення ефективності освітнього процесу, розвитку освітньої системи, сприяючи її адаптації до змін у суспільстві та відповідності потребам сучасного світу.

У своєму дослідженні Наталія Дем'яненко визначає ознаки новацій: «сфера застосування (зміст освіти, методики, технології, форми, методи, засоби, управління освітою тощо); інноваційний потенціал (модифікаційні; комбінаторні; радикальні); масштаб перетворень (локальні; модульні; системні)» [127, с. 31-37].

У своєму дослідженні ми оперуємо терміном освітньо-наукова інновація, оскільки створюємо та впроваджуємо нову ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ, тобто принципово новий освітній напрямок для освіти шкільного рівня, використовуючи новий для організації науковий напрям – ДЗЗ, та через педагогічний експеримент та опитування учасників (комплекс наукових методів) освітнього процесу перевіряємо ефективність його впровадження. Термін «освітня інновація» ми ускладнили до «освітньо-наукова інновація» з двох причин, ми адаптуємо науковий напрям – ДЗЗ та ГІС до освітнього процесу позашкільля і поетапно досліджуємо ефективність впровадження цієї ідеї, а також освітній процес ми будуємо на концепції наукової освіти, що має на меті розвивати науковий тип мислення учнів через системні дослідження.

Тому ми визначаємо смислове поле терміна «освітньо-наукова інновація» як *системний та комплексний процес впровадження інноваційних форм, методів, засобів, підходів тощо в освітній процес, який ґрунтується на концепції наукової освіти з метою забезпечення його відповідності сучасним вимогам суспільства та ринку праці.*

Отже, освітня інновація спрямована на підвищення ефективності навчання та освітнього процесу, тоді як освітньо-наукова інновація додає до цього компонент наукових досліджень з позиції аргументування організації освітнього процесу та залучення учнів до проведення досліджень.

Теорія і практика впровадження освітньо-наукової інновації в освітній процес

Ми розглядаємо використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі, як освітню інновацію. У своєму розумінні ролі інновацій в освіті ми опираємося на праці Бойко Алли Микитівни, Савченко Олександри Яківни, Шуст Наталії Борисівни, Дубасенюк Олександри Антонівни та Пантюк Тетяни Ігорівни. Зокрема, ми погоджуємося з думкою про те, що «освіта є системою консервативного типу. Тому, насамперед, вона не сприяє поспішним інноваціям» [43, с.16] та «витоки усіх новацій знаходяться у практиці» [43, с.17]. Також важливою ідеєю у напрямку впровадження інновацій в освітній процес вважаємо думку Дубасенюк Олександри, про те, що виникнення та впровадження інновацій в освіті пов'язані із процесами у суспільстві, глобальними проблемами та інтеграцією знань і форм соціального буття [113, с. 12].

Разом з тим вважаємо за доцільне окреслити ключову ідею, щодо необхідності впровадження «інновацій в освіті». Бойко Алла визначає такі вимоги до впровадження інновації: процес має бути обов'язковим, цілеспрямованим, систематичним і керованим [47]. В авторському розумінні це умови впровадження інновацій, це ті умови, за яких освітній процес

потребує оновлення цілком чи частково у відповідності до сучасного стану розвитку науки, суспільних запитів, адаптації до розвитку технологій, з метою підвищення ефективності освітнього процесу.

Аргументація, щодо використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі, є освітньо-науковою інновацією, ми окреслюємо такими факторами:

- Часовий. Дані з супутникової місії Landsat були доступні науковцям ще з кінця XX століття проте здебільшого на комерційній основі. З 1972 року супутники Landsat безперервно отримують зображення земної поверхні та забезпечують безперервне наповнення архіву даних, щоб допомогти географам, землевпорядникам, планувальникам і політикам приймати більш обґрунтовані рішення щодо природних ресурсів і навколишнього середовища. Центр спостереження та науки Землі (EROS) Геологічної служби США (USGS) був створений, як центральне сховище знімків Landsat. З 2008 року, коли USGS підписали політику безкоштовних і відкритих даних, дані місії Landsat стали широко доступними та стимулювали розробку нових продуктів, сервісів, інструментів і програм для обробки даних. Фактично дані місії Landsat набули широкого використання серед науковців з 2013 року через сайт USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>). У 2015 фахівці Європейського космічного агентства оприлюднили веб-сервіс «EO Browser» – що спричинило революцію в сфері ДЗЗ і для науки та освіти в цілому. Це було пусковим механізмом, який дозволив отримувати супутникові знімки роздільною здатністю 10 метрів на піксель кожних 5 днів з будь –якого куточка нашої планети. Тобто можливості, які сьогодні має освітня сфера в напрямку використання даних супутникового моніторингу Землі, є об'єктивно новою і тою, що перебуває на стадії зародження. Тому з позиції часу – це безумовно новітні технології.

- Практичний. Хоч вперше описаний у педагогічній літературі випадок використання супутникового знімка в шкільному освітньому процесі датований у 1986 роком, під час уроку географії, який проводився у

школі Великої Британії [284], загального поширення ця практика не мала. Серед української педагогічної літератури того часу, описаного схожого досвіду ми не знайшли. Перші напрацювання для освітньої сфери у цьому напрямку знаходимо у роках відновлення незалежної України, зокрема праці у Галини Миколаївни [31], Даценко Людмили Миколаївни [91] та Остроуха Віталія [92]. Науковці в своїх працях окреслювали можливість використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі та їх аналіз в середовищі ГІС. В Україні вища школа має вагомий досвід вивчення технологій супутникового моніторингу Землі, проте щодо теоретичного та практичного впровадження цих технологій в освітній процес шкільного рівня – педагогічна думка потребує значних напрацювань.

- Технологічний. Стрімкий розвиток технології супутникового моніторингу Землі, як сфери науки, яка є настільки прибутковою, що до її розвитку активно залучаються комерційні компанії. Сьогодні на орбіті нашої планети знаходяться більше 9300 штучних супутників Землі, які зондують, збирають та передають інформацію про стан географічної оболонки науковцям, військовим, політикам тощо. Ці дані спричинили революцію у сфері великих даних і поступово формують свій кластер – геодані, які надають первинні, об'єктивні та регулярні дані для розуміння стану, явищ і процесів нашої планети. Активно розвиваються також хмарні сервіси, та веб-платформи, де зберігаються ці дані у відкритому доступі, такі організації-гіганти як ESRI та Quantum GIS не лише активно оновлюють інструментарій обробки геоданих в ГІС, але й залучають освітян та науковців-педагогічної сфери для розроблення методичних матеріалів, щодо використання супутникових даних та середовищ ГІС в освітньому процесі.

Отже використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі об'єктивно є інновацією в українській та міжнародній освіті. Ця сфера активно розвивається і в практичному і в теоретичному вимірі освіти.

Взаємозв'язки між теорією та практикою впровадження інновацій знаходимо в працях Савченко Олександри Яківни [209], де науковиця акцентує, що впровадження інновацій в освіті має бути системне охоплює не лише теорію і практику, але й нормативний та економічний аспект. У своїй праці [103] Дичківська Ілона Миколаївна, звертає увагу що подолання кризи сучасної освіти, де учень здобуває недостатньо знань, аби самовизначитися у світі і приймати обґрунтовані рішення, бути активними та мобільними на ринку праці, можливе завдяки інтенсивному її реформуванню у відповідності до вимог часу. Ми погоджуємося з логікою цієї думки, оскільки революційні зміни, щодо розвитку, зокрема, інформаційних технологій та міжнародного співробітництва сьогодні висувають нові вимоги до кандидатів на міжнародному ринку праці, а освіта не лише має на це оперативно реагувати, а ще й в деякій мірі передбачати, які умови за запиту, щодо роботи будуть в майбутньому чекати на теперішніх учнів.

Аби оптимізувати цей процес оперативного реагування необхідно залучити як результативні практики так і їх теоретичне аргументування та опрацювання. Оскільки ефективність масштабування залежить не лише від практики, але й від теоретичного обґрунтування її результативності, в тому числі для перевірки її валідності та представлення у лаконічній формі.

У своїй праці [251, с. 212] Шуст Наталія Борисівна описує наукову інноватику як напрям педагогіки, який покликаний вирішити суперечності «між фундаментальними науковими знаннями і складністю їх практичного використання, між фазою створення нового науковопедагогічного знання і фазою його впровадження як інноваційного».

Ми також вважаємо, що ще однією проблемою, яка потребує додаткового опрацювання є масштабування цієї інноваційної практики серед закладів освіти. Чумак Олена Василівна у своїй праці [247] визначає п'ять завдань інноваційної освіти, серед яких, для нашого дослідження цінні перша, яка декларує необхідність забезпечення високої функціональності людини в різних, часто непередбачуваних умовах, друга полягає в тому, що

необхідно шукати оптимальні схеми взаємодії і пропорційності між розвитком знань та технологій і можливістю індивіда творчо їх засвоїти. Шуст Наталія Борисівна зазначає, що наукова інноватика віддзеркалює взаємозв'язок теорії і практики освітньонаукової діяльності «визначає її норми, які характерні для інноваційних перетворень, органічно об'єднує процеси створення і впровадження новацій на практиці [251, с. 213].

Освітні підходи щодо впровадження інформаційно-освітніх систем в освітній процес

Визначення пріоритетності освітніх підходів дозволяє актуалізувати освітній процес у відповідності до сучасного рівня розвитку суспільства та його запитів до підготовки учнів до дорослого життя. Це є одним із визначальних факторів, щодо того як вчитель проектує освітній процес і його складові. Ми говоримо про визначення пріоритетності підходів, оскільки наявність одних не виключає присутність в освітньому процесі – інших, наприклад наше дослідження побудоване на діяльнісному, інтеграційному, компетентнісному та системному, проте це не означає, що ми виключаємо наприклад синергетичний, особистісно-орієнтований чи гуманістичний. В роботі ми описуємо лише ті, які є для нас фундаментально важливими для врахування в першу чергу.

Питанням визначення та дослідження підходів в освіті присвячено праці таких науковців: В. Бондар, С. Сисоєва С. Бондар, Бех, Н. Бібік, І. Зязюн, В. Кремень, Н. Дем'яненко, Н. Рідей, В. Кузь, В. Луговий, Н. Ничкало С. Гончаренко, О. Максимов, А. Нісімчук, О. Савченко, О. Пехота, Г. Сизоненко, Д. Дегтярьов, П. Сікорський та інші.

Про розуміння терміну «підхід» у педагогічній думці ми погоджуємося із Сікорським Петроом Івановичем, який окреслює його як «визначення головних компонентів в освітньому процесі, вирішення яких дозволить досягати оптимальних результатів у навчанні, вихованні та розвитку

суб'єктів учіння, і концентрація науково-педагогічних зусиль для їх реалізації» [219, с. 97]. В цьому ж контексті Савченко Олександра Яківна зазначає, що «міжнародний та вітчизняний досвід показав, що найбільш продуктивним у наш час є підхід, коли у навчанні переважають інструментальні знання, що є основою засвоєння способів дій» [211] тобто підхід де цінність не сам результат, але й важливо акцентувати на процесі його здобуття.

Розглядаючи смислове поле поняття «освітня система» Романова Ганна Миколаївна пов'язує його з терміном освітні технології, «освітні технології відбивають загальну стратегію розвитку освіти, єдиного освітнього простору, їх призначення – прогнозування розвитку освіти, його конкретне проектування і планування, передбачення результатів, а також визначення відповідних освітнім цілям стандартів. Прикладами таких технологій можуть бути концепції освіти, освітні системи [190, с.13].

У своїй праці ми описуємо впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес через такі підходи:

Діяльнісний. Освітній процес має бути спроектований таким чином, щоб в його основі було отримання нових знань учнем через дію: пошук, дослід, дослідницька діяльність, аби максимально задіяти учня в здобутті нових знань через власний досвід, зокрема й з використанням технологій ГІС та ДЗЗ. Результати дослідження мають також діяльнісний вимір: представлення результатів перед науковою спільнотою, впровадження результатів наукових розвідок у практичну площину (якщо дозволяє предмет дослідження) тощо.

Інтеграційний. Ми розгадаємо технології ГІС та ДЗЗ як інструментарій для міждисциплінарних досліджень, які зокрема поєднують знання з географії, екології, історії, фізики, математики, програмування тощо. Основою цієї інтеграції є цінність супутникових знімків як першоджерела інформації про стан навколишнього середовища, а власне це є об'єктом вивчення багатьох дисциплін, в першу чергу природничого циклу.

Компетентнісний. Використання технологій ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності учнів впливає на формування їх дослідницької компетентності, а також впливає на формування в учнів компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інформаційно-комунікаційної та екологічної компетентності. Цей підхід зараз активно розробляється українськими педагогами, оскільки в основі концепції Нової української школи лежить компетентність учня. «Саме тому, як і в європейській так і українській освіті відбувається перехід до компетентісно орієнтованого навчання (компетентісного підходу у освіті)» [68, с. 6].

Системний. Виражається через взаємопов'язані і взаємозалежні елементи освітнього процесу, зокрема: суб'єкти освітнього процесу, дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, методичний та процесуальний компонент тощо. Аби впровадити інформаційну систему в освітній процес необхідно задіяти усіх суб'єктів освітнього процесу, зацікавити та об'єднати єдиною метою. Погоджуємося з думкою Гончаренка Семена Устимовича, що системний підхід в освіті спрямований на «розкриття цілісності педагогічних об'єктів, виявлення в них різноманітних типів зв'язків та зведення їх у єдину теоретичну картину» [80, с. 305].

Отже ми визначили, що процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ має враховувати такі освітні підходи, як: діяльнісний, інтеграційний, компетентнісний та системний.

1.5. Передумови впровадження і розвитку інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в структурі Малої академії наук України

Система МАНУ як мережа закладів позашкільної освіти функціонує в різних регіонах України і має на меті підтримати та допомогти учням здійснювати дослідницьку роботу, підвищувати її якість, представляти результати на Всеукраїнському та Міжнародному рівнях, а також

впроваджувати результати у виробництво (наприклад, технології чи корисні моделі) чи іншими формами реалізації. Організація спочатку була створена для розвитку обдарованої молоді в галузі науки та техніки. Початково діяльність обмежувалася проведенням таборів та конференцій для обдарованих учнів. З 2013 року простежується розширення діяльності організації. В МАНУ почали проводити лекції, семінари та майстер-класи для учнів у різних наукових напрямках. Залученість близько 200 000 учнів спричинила стрімкий розвиток освітнього, методичного і організаційного секторів організації. Поступово почала формуватися мережа територіальних відділень системи Малої академії наук України. Усе це спричинило зацікавлення міжнародних організацій до вивчення та поширення досвіду МАНУ в інших країнах. У 2017 році Національний центр «МАНУ» стає визнаною ЮНЕСКО організацією отримавши статус Центру ЮНЕСКО II категорії, що засвідчує її вагомий внесок у розвиток освіти та підтримку обдарованої молоді. Це відзначає новий етап в історії організації та визначає глобальний вплив.

Загальна структура організації: Національний центр «МАНУ» – організація, яка здійснює наукову підтримку всієї системи, і визначає стратегічні шляхи її розвитку. Територіальні відділення МАНУ – здебільшого окремі юридичні особи, які охоплюють учнівську спільноту областей, в таких випадках, коли кількість учнів досить значна відбувається поділ Малих академій на міську та обласну, як наприклад у Києві та Київській області. Усі територіальні відділення об'єднанні не лише спільною ідеєю, заходами та методиками, а створюють систему організацій, які в сукупності обмінюються досвідом, результатами авторських методик та взаємодіють на горизонтальному рівні.

Сьогодні в МАНУ працює дванадцять наукових напрямів за якими навчаються учні, що створює широкий спектр їх залученості до дослідницької діяльності. Як позашкільний заклад МАНУ має можливість впроваджувати інноваційні освітні методики значно швидше, проте не так широко, як це

можна здійснити у закладах загальної середньої освіти. Ефективність та практична орієнтованість навчальних програм більшою мірою визначається самими освітянами та учнями, а не стільки експертами галузі, оскільки спектр навчальних програм, які педагог може використати в освітньому процесі – досить широкий, саме зацікавленість учнів є головним критерієм успішного впровадження програми в практичну діяльність. Тому позашкільця та зокрема МАНУ – сприятливе, та позбавлене великої частини бюрократії, середовище для апробації інноваційних методик.

Важливу частину в імплементації інноваційних методик в освітній процес відіграє підготовка освітян, оскільки саме освітяни, які безпосередньо працюють з учнями можуть додати до освітнього процесу краєзнавчий принцип на рівні населеного пункту та знає учнів персонально, їх мотивацію, їх шлях як дослідника, темперамент і якого результату хоче досягнути учень. Тому напрям який в Національному центрі МАНУ розвивається активно – спецкурси для освітян, є одним з наріжних каменів апробації та впровадження інновацій.

Загалом сьогодні МАНУ об'єднує своєю ідеєю освітян, учнів, науковців, батьків, представників бізнесу та державні органи. Це загалом виражається у формуванні нової спільноти, яка зацікавлена у підготовці наступної наукової еліти нашої країни. Ця спільнота є результатом діяльності системи МАНУ та одночасно є і її умовою, бо спільна робота однодумців розвиває систему. Рушієм який запускає нові витки розвитку системи є власне інновації в освіті, ті методики, підходи та форми освіти, які необхідно розвивати, оскільки вони актуальними і на часі.

Отже передумовами впровадження інновацій в МАНУ є: формування мережі закладів територіальних відділень у систему де працюють горизонтальні та вертикальні зв'язки; сприятливе середовище для апробації інноваційних методик; можливість працювати, як з учнями так і з освітянами – задля імплементації інноваційної ідеї.

Умовами розвитку інноваційних освітніх методик в МАНУ є: стратегічне планування в контексті світових тенденцій; контекстуальний аналіз; залучення стейкхолдерів; залучення наукового потенціалу з інших організацій; підвищення кваліфікації педагогічного колективу; розвиток технічної інфраструктури; підтримка діяльності спільноти.

Стратегічне планування. МАНУ умовно має два вектори розвитку: внутрішній та міжнародний. Внутрішній зорієнтований на укладання та апробацію й запозичення та адаптацію ефективних освітніх практик в українську систему позашкільної освіти. Це важливий вектор, оскільки формує підвалини підготовки наукової еліти, дослідників, винахідників та інтелектуального потенціалу нашої країни. Він здійснюється через організацію освітнього процесу в рамках всеукраїнських освітніх проєктів, конкурсів, турнірів, фестивалів, олімпіад та інших інтелектуальних змагань, як-от Всеукраїнська олімпіада з філософії, Всеукраїнські інтерактивні конкурси «МАН-Юніор Ерудит» і «МАН-Юніор Дослідник», Всеукраїнський інтернет-турнір «Відкрита природнича демонстрація», Всеукраїнський конкурс «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок», Всеукраїнський конкурс юних дослідників «Кристали» імені Євгена Гладишевського тощо [196]. В цей вектор також відносимо укладання та апробацію методичних матеріалів та заходи з підтримки освітянської спільноти (спецкурси для освітян, апробаційні курси, ознайомчі заняття тощо). Міжнародний вектор – репрезентує Україну на міжнародній арені через результати учнівських досліджень, розробок та корисних моделей. Національний центр МАНУ є національним організатором, щодо участі українських команд у міжнародних конкурсах та наукових заходах. Вихованці МАН щороку успішно представляють Україну на міжнародних наукових змаганнях, а саме: на Міжнародному конкурсі «Олімпіада геніїв» (GENIUS Olympiad), Міжнародній молодіжній науковій олімпіаді (International Junior Science Olympiad, IJSO), Всесвітній олімпіаді креативності «Destination Imagination». Учні МАН також беруть участь у міжнародних шоу, ярмарках,

конференціях: у Міжнародній виставці «E-NNOVATE», Міжнародному фестивалі інженерії, науки та технологій «I-FEST», Міжнародному шоу винаходів та інновацій «INTARG», Міжнародній виставці «INOVA», Міжнародній науковій виставці (TISF) тощо. Також до цього вектора ми відносимо переклад англійською мовою та популяризацію українських методичних матеріалів серед міжнародної спільноти, а також організацію Національним центром МАНУ власних міжнародних освітніх проєктів, зокрема Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ та Міжнародних курсів для освітян. Цей напрям розвитку організації можна характеризувати як репутаційний, репрезентативний та дипломатичний.

Загалом стратегічне планування розвитку системи МАНУ зараз пов'язане з педагогічною концепцією наукової освіти. Термін «наукова освіта» використовуються в західній педагогічній літературі уже більше 120 років. На теренах української педагогічної практики, термін не має широкого розповсюдження, та уніфікованого тлумачення, хоча елементи наукової освіти активно апробуються через організацію дослідницької діяльності школярів, та через затверджену у законі «Про освіту» - освіту наукового спрямування. Одним з найвагоміших практик впровадження концепції є система МАНУ, яка має багаторічний досвід такої діяльності, за що у 2017 році отримала статус Центру ЮНЕСКО 2-ї категорії зі стратегічною ціллю розвивати наукову освіту в Східноєвропейському регіоні та інших країнах світу [21, с. 14].

Контекстуальний аналіз. Укладання методичних матеріалів та організація заходів спрямовані на вирішення актуальних проблем нашої країни. Це виражається як проведенням досліджень щодо місцевості, де проживає учень так і щодо України в цілому, а також щодо ситуацій, які актуальні для нашої країни. Тобто врахування краснавчого принципу навчання є важливим елементом освітнього процесу організації. Інноваційні методики, які впроваджуються в МАНУ мають допомогти українському суспільству долати теперішні виклики, враховуючи нашу ретроспективу,

актуальність та перспективні шляхи розвитку нашої освіти та країни в цілому. Яскравим прикладом цього є організація Всеукраїнського конкурсу «Save Спадок», який у 2021 році не був навіть запланований, але став відповіддю на необхідність долучення учнів до створення бази даних руйнувань культурної спадщини та цивільної інфраструктури нашої країни в наслідок збройної агресії РФ.

Залучення стейкхолдерів передбачає включення в освітній процес, окрім учнів, освітян та наукових керівників, також батьків, адміністративного персоналу закладів освіти, представників управлінь освіти, урядові органи, неприбуткові організації, зокрема «Асоціація випускників МАНУ», представників бізнес-середовища тощо. Таке включення до освітнього процесу різних категорій стейкхолдерів відбувається з метою забезпечення їх можливості брати участь у прийнятті рішень щодо програм, політик та стратегій у сфері освіти МАНУ. Що загалом робить освітній процес більш «включеним» в актуальний контекст розвитку суспільства, оскільки представники різних спільнот, можуть надати рекомендації щодо необхідних коректив освітньої діяльності.

Залучення наукового потенціалу з інших організацій. Цей напрям важливий для впровадження та апробації інновацій, оскільки дозволяє залучити найпотужніших науковий потенціал країни, зокрема фахівців із провідних закладів вищої освіти нашої країни та закордону, науковців із системи Національної академії наук України до освітнього процесу МАНУ. Також в МАНУ створені умови для залучення найбільш знаних та авторитетних науковців у світі – нобелівських лауреатів, які знайомлять українських учнів із результатами своїх досліджень та тим які напрямки та теми є актуальними і потребують глибоких наукових розвідок сьогодні.

Підвищення кваліфікації педагогічного колективу. Тут також є два напрямки щодо впровадження інновацій: внутрішній – курси для працівників системи МАНУ, та зовнішній для зацікавлених освітян та науковців, які не працюють в організації, проте залучені до її діяльності:

наукові і педагогічні керівники дослідницьких робіт учнів, науковці, які працюють у суміжних до тем курсів дисциплінах, освітяни та інші учасники курсів.

Розвиток технічної інфраструктури відіграє важливу роль у впровадженні інноваційних методик в МАНУ, зокрема це безумовно стосується технічних наук, програмування, інженерії тощо. Проте сучасний освітній процес практично за усіма напрямками потребує персональних комп'ютерів з доступом до швидкісного інтернету. Тому в МАНУ за підтримки партнерів, благодійних фондів та організацій з інших країн організовано проєкт «Підтримка наукової освіти в Україні» («Supporting science education in Ukraine»), який має на меті підтримати та розширити технічне оснащення системи Малої академії наук України, зокрема й персональними комп'ютерами.

Підтримка діяльності спільноти. Сьогодні у системі МАНУ навчається близько 100 тисяч осіб. Науково-педагогічний склад МАН становить близько 2 тисяч педагогів, серед яких близько кандидати наук та доктори наук. Окрім того до спільноти, також відносяться наукові та педагогічні керівники учнівських робіт, залучені фахівці до реалізації проєктів з інших організацій, громадськість тощо. Таке широке охоплення учасників однією спільнотою також створює відповідальність про її підтримання, оновлення та ефективність. Тому для впровадження освітніх інновацій широке охоплення учасників має як позитивні так і сторони ризику, зокрема до позитивних ми відносимо велике число респондентів, яких можна охопити педагогічним дослідженням, що підвищує його об'єктивність, до негативних ми відносимо затрати часу та зусиль на координацію та управління широкою мережею учасників. Також можливість виникнення розбіжностей у сприйнятті цілей та завдань освітнього процесу між різними групами стейкхолдерів, що може ускладнити прийняття оперативних рішень та впровадження інновацій.

У МАНУ використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі розпочалося 2011 року. Зокрема першою освітньою платформою для апробації цієї методики став Комунальний позашкільний навчальний заклад «Київська Мала академія наук учнівської молоді», де було започатковано секцію «ГІС у географії» і укладено перші методичні матеріали з впровадження інструментів ГІС (зокрема програмного продукту ArcGIS від компанії ESRI) в освітній процес Малої академії наук України. Завдяки своїй унікальній системі організації освітнього процесу МАНУ має можливість оперативно реагувати на виклики часу та уникати громіздкої бюрократичної машини погодження ініціатив. Це створило сприятливі передумови до оновлення освітніх програм природничого напрямку МАНУ, одним з яких є інтеграція інструментів ГІС та ДЗЗ в освітній процес. Ознайомлення освітянської спільноти з технологією та можливостями ГІС для освітньої сфери відбулося через комплекс практично-орієнтованих семінарів для вчителів міста Києва. Завдяки цій ініціативі було визначено коло найбільш зацікавлених освітян в імплементації ГІС технологій в освітній процес в їх закладах освіти. Паралельно з початком проведення семінарів ми розробляли курс практичних робіт з аналізу просторово прив'язаної інформації в ГІС, зокрема освітню програму з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку «ГІС у географії» (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист № 1/14-14727 від 15.09.2014). Це стало передумовою для створення в структурі відділення Наук про Землю секції «ГІС у географії» для учнів столиці України. Однією з важливих цілей цього освітнього процесу було зрозуміти запити учнів на освітній контент і їх готовність до вивчення ГІС і можливості застосування цих знань у дослідницькій діяльності. В результаті ми зрозуміли, що українські учні не лише готові, але й намагаються використовувати технології ГІС у повсякденному житті (пошук за геолокацією, використання гугл карт, інструменти просторової аналітики тощо), хоча й не розуміли фізичних і технічних механізмів обробки просторово прив'язаної інформації.

Окрім того, після першого року роботи секції «ГІС у географії» ми виявили ряд питань, які потребували оперативних рішень, зокрема: охочих вивчати інструменти ГІС стало більше ніж фізичні можливості викладацького складу який в нас був на той час; освітніх матеріалів, які ми розробили стало недостатньо і вони потребували оновлення кожного року (оскільки ПЗ ГІС оновлюється в середньому раз на півроку); за допомогою ГІС учні мали змогу аналізувати просторово прив'язану інформацію, проте не було розуміння механізму, як оновлюється інформація у базових картах та як власноруч створити актуальну базову карту території їх інтересу, тобто не вистачало знань з ДЗЗ. Тому, було прийнято рішення організувати роботу лабораторії «ГІС та ДЗЗ», яка б розробляла стратегію впровадження та масштабування технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес МАНУ, укладала та апробувала методичні матеріали для мережі територіальних відділень МАНУ та здійснювала науковий супровід їх освітньої та наукової діяльності в напрямку використання технологій ГІС та ДЗЗ.

Імплементація технологій ГІС та ДЗЗ відбулося у відділенні наук про Землю, тобто в природничі дисципліни, хоч самі технології можна вважати як міждисциплінарний інструментарій, аби оволодіти яким необхідно мати певний рівень інформаційно-цифрової компетентності (роботи з базами даних, електронними картами, векторними і растровими зображеннями, базами даних тощо). Проте важливо розуміти, що ці технології це перш за все інструмент для роботи з геоданими. А інформаційно-цифрову компетентність необхідно розвивати майбутнім науковцям з усіх напрямків досліджень. Учні на заняттях мають не лише засвоювати певні платформи, сервіси та програмне забезпечення, але й розвивати критичне мислення, вміння працювати з великими обсягами інформації, вирішувати проблеми та аналізувати дані для прийняття обґрунтованих рішень. Це надає їм цінні навички, які можна успішно використовувати в різних сферах науки та практики. Як зазначалося вище першим територіальним відділенням де почала працювати секція з цього напрямку була столиця, з 2018 друге

територіальне відділення яке приєдналося до цієї ініціативи стало – Львівське. З 2020 року до 2024 року кількість територіальних відділень де учні мають змогу опанувати технології супутникового моніторингу Землі та аналізувати їх в ГІС зросла до 14. Також є територіальні відділення де секція офіційно не працює, проте учні та їх педагогічні керівники опановують ці технології самостійно і подають роботи на Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секцію «ГІС та ДЗЗ» відділення «Наук про Землю».

Щодо ролі мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» в структурі МАНУ. Робота з першоджерелом інформації – супутниковими знімками сприяє формуванню в учнів наукового типу мислення та підвищенню мотивації до проведення досліджень в галузі «науки про Землю», тобто впливає на формування дослідницької компетентності. Також, за концепцією Нової української школи, освітній процес у секції «ГІС та ДЗЗ» впливає на формування в учнів компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інформаційно-комунікаційної та екологічної компетентності. Супутникові знімки є в дослідницькій діяльності учня – об'єктивними даними, оскільки їх неможливо сфальсифікувати, але в той же час, висновки на основі цих даних робить саме людина, тому їх валідність залежить не лише від повноти даних, але і від того як професійно аналізує їх сам учень, власне робить підбір колекції даних, обирає часовий проміжок, спосіб аналізу даних тощо. Для того, щоб провести дослідження необхідно володіти не лише навичкою пошуку геоданих але й вміти їх опрацювати.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

Здійснено наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система»; окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня; визначено смислове поле термінологічного апарату дослідження, зокрема, смислові поля термінів «інформаційно-освітня система» та «інформаційно-освітнє середовище», суб'єкт-об'єктні та суб'єкт-суб'єктні відносини в інформаційно-освітній системі; окреслено ІОС з основ ДЗЗ як авторську освітньо-наукову інновацію, теорію і практику її впровадження в МАНУ; визначено смислове поле терміну «освітньо-наукова інновація» в контексті базових понять «інновація» та «освітня інновація»; розглянуто передумови впровадження, розвитку, освітні підходи щодо впровадження ІОС з основ ДЗЗ в структурі МАНУ.

Окреслено, що філософські ідеї створення авторської ІОС з основ ДЗЗ базується на роботах Жан-Жака Руссо, Йоганна Генріха Песталоцці, Володимира Вернадського, Джона Дьюї та інших. Також працях сучасних філософів та педагогів, зокрема Віктора Андрущенка, Семена Гончаренка, Станіслава Довгого, Василя Кременя, Віктора Огнев'юка, Олександри Савченко, Алли Бойко, Наталії Дем'яненко, Світлани Сисоєвої, Наталії Рідей, Олени Биковської, Олени Матвієнко, Сергія Терепищого, Октавії Фізеші та інших. Обґрунтовано феномен «інформаційно-освітня система» з позиції трьох філософських течій, зокрема прагматизму, конструктивізму, та неопрогресивізму. Розглянуто погляди та праці Джона Дьюї та Володимира Вернадського з позиції поглядів на сферу освіти і науки і їх системотворчу роль для розвитку суспільства.

Окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня, що зумовлено унікальністю даних ДЗЗ, які учень може самостійно знайти, обробити,

проаналізувати та візуалізувати згідно своїх потреб дослідження. Описано цілісну єдність наукового пізнання у взаєминах формування наукової картини світу та наукового мислення. Однією з причин розвитку наукового мислення, які ми розглядаємо у дослідженні, є усвідомлення, що наявні знання неповні, неточні чи недостовірні.

Навмисний процес узгодження доказів (емпіричних, теоретичних) та пояснення (гіпотези) є процесом пізнання, ми розглядаємо його як чинник і результат розвитку наукового мислення. Сукупність наукового пізнання дійсності формує в учня розуміння її законів, механізмів та правил – що є основою конструювання наукової картини світу учня. Наукова картина світу – це умовний термін, який дозволяє визначити наскільки учень розуміє, усвідомлює та визначає складність та комплексність явищ і процесів у світі на фізичному та теоретичному рівнях. Дослідницька діяльність відіграє в цьому процесі особливу роль, оскільки становище учня зводиться не лише до акцептора знань, але й до творця нових даних та висновків в процесі дослідження. Використання геоданих через ДЗЗ та їх аналіз в ГІС, як розширює так і поглиблює наукову картину учня.

Описано, що особливістю використання даних ДЗЗ є формування в учня уявлення про обмеженість власних органів чуття, мультиспектральні супутникові дані надають інформацію, поза діапазоном електромагнітного випромінювання, в якому бачить людське око. Діапазони знімання ШСЗ виходять за межі сенсорного сприйняття інформації людиною, зокрема учень може аналізувати дані у мікрохвильовому, ультрафіолетовому, інфрачервоному тощо діапазонах, комбінувати їх, проводити математичні маніпуляції тощо.

На основі наукової літератури визначено ключові поняття нашого дослідження: інформаційно-освітня система, інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі, уточнено поняття термінів «інформаційно-освітнє середовище» та «освітнє середовище».

Запропоновано авторське тлумачення терміну «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» як комплекс умов та процес з їх створення, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій ГІС та ДЗЗ, в тому числі геоданих та способів їх обробки й аналізу.

Система у цьому розумінні використовується на позначення взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів освітнього процесу, зокрема: суб'єктів та об'єктів освітнього процесу, дидактико-методичного та організаційно-процесуального блоків. Кожен з цих блоків містить в собі ще низку компонентів, які можна розширити в залежності від типу інформаційно-освітньої системи, в яких умовах та з якою метою вона впроваджується в освітній процес.

Також впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес можна умовно поділити на декілька рівнів, в залежності від того яким чином використовуються дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, зокрема на рівні пошуку наявної інформації – репродуктивний рівень; на рівні аналізу наявної інформації – продуктивний рівень; на рівні створення нової інформації – творчий рівень. Під час впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес суб'єкти можуть бути включені в декілька рівнів поступово, одночасно, або змішано в залежності від мети та умов.

Обґрунтовано, що використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі, є освітньо-науковою інновацією, через такі фактори, як: часовий (відносно нова галузь знань), практичний (потребує значних напрацювань, щодо впровадження в освітній процес шкільного рівня) та технологічний (галузь науки та економіки, яка стрімко розвивається). Окреслено, що процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ має враховувати такі освітні підходи, як: діяльнісний, інтеграційний, компетентнісний та системний.

Описано три типи суб'єкт-об'єктних відносин: суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси та три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій: учень-учень, учень-вчитель («учень - керівник секції», «учень – педагогічний» керівник, «учень - науковий керівник») та вчитель-вчитель (фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» - педагогічний керівник). Окреслено, що результатом цих взаємодій є формування спільноти, що є одночасно умовою і результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

Визначено, що передумовами до впровадження нових наукових напрямків в МАНУ є: сформована мережа закладів територіальних відділень у систему де працюють горизонтальні та вертикальні зв'язки; сприятливе середовище для апробації інноваційних методик; можливість працювати, як з учнями так і з освітянами – задля імплементації інноваційної ідеї.

Умовами до впровадження інноваційних методик в МАНУ є: стратегічне планування в контексті світових тенденцій; контекстуальний аналіз; залучення стейкхолдерів; залучення наукового потенціалу з інших організацій; організація курсів для освітян; організація заходів для учнів; методична та дидактична підтримка освітнього процесу територіальних відділень МАНУ; підтримка розвитку технічної інфраструктури; підтримка діяльності спільноти. Описано ретроспективу впровадження технологій ГІС та ДЗЗ від ідеї та організації освітнього процесу у першій секції у Київському територіальному відділенні до сучасного етапу – роботи лабораторії «ГІС та ДЗЗ» в Національному центрі МАНУ та мережі з 14 секцій «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАНУ.

Основні наукові положення розділу 1 висвітлено в опублікованих працях автора [17, 18, 20, 22, 23, 24].

РОЗДІЛ II. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СУТНОСТІ І ЗМІСТУ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

2.1. Методика дослідження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі як освітньо-наукової інновації

Погляд на Землю з висоти космосу захоплює людство що найменше з 1960-х років [285]. Одним з перших джерел, в якому наголошувалося на важливості використання супутникових даних в освітньому процесі школи, була стаття «Дистанційне зондування в географії середньої школи: місце MSS Landsat», опублікована в академічному журналі "Географія" у 1985 році [284, с. 237-240.]. Ініціативи, спрямовані на інтеграцію інструментів супутникового моніторингу Землі в шкільну (як формальну, так і неформальну) освіту, можна умовно поділити на два кластери за географічною ознакою: європейський кластер, зосереджений навколо ЄКА, і північноамериканський кластер, зосереджений навколо НАСА. Ініціативи, започатковані ЄКА: Європейські центри космічної освіти (ESERO), Академія Коперікус, YCHANGE, EO4GEO, Columbus Eye тощо. Ініціативи ЄКА спрямовані на розширення використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі через проєкти, заходи, освітні курси для дітей та курси перепідготовки вчителів. Особливий акцент робиться на популяризації даних місії Sentinel Європейського космічного агентства. Варто зазначити, що певні проєкти та можливості є доступними виключно для освітян та студентів, які проживають на території Європейського Союзу, що створює додаткові виклики для української освіти, щодо інтеграції в цьому напрямку. З іншого боку, ініціативи НАСА є більш глобальними і мають довшу історію. Особливо відомі програмами є: GLOBE, Sally Ride EarthKAM, NASA Kids' Club, NOAA та багато інших проєктів та активностей, які можуть бути використані у шкільній освіті.

Методика дослідження ІОС з основ ДЗЗ відбувалася через досвід використання даних супутникового моніторингу Землі в інших країнах та міжнародних освітніх проєктах на рівні шкільної освіти та з врахуванням українського контексту. Для нашої країни системне вивчення основ ДЗЗ на рівні середньої загальної освіти, зокрема позашкільної, відбувається відносно недавно, і відрізняється від тих механізмів та проєктів, які використовують у вищезгаданих організаціях, тому методику дослідження ми описали згідно етапів розвитку і формування інновацій в освітньому процесі.

Олександра Дубасенюк у своєму дослідженні виділяє п'ять етапів розвитку інновації: «ініціація нововведення і прийняття рішення про необхідність впровадження новацій певного типу; теоретичний, тобто обґрунтування й опрацювання інновацій на основі психолого-педагогічного аналізу, прогнозування того, як розвиватиметься інноваційний процес і які його негативні і позитивні наслідки; організаційно-практичний – це створення нових структур, що сприяють освоєнню нововведення: лабораторій, експериментальних груп тощо; аналітичний – це узагальнення й аналіз отриманої моделі; упровадження, яке може бути пробним, а потім і повним» [113, с.24-25].

Андрій Підласий визначає такі етапи інноваційного освітнього процесу генерування ідеї, розробка ідеї в прикладному аспекті і реалізація нововведення в практиці [192]. Лілія Мартинець окреслює такі етапи впровадження інновації: «творення, освоєння (теоретичний), апробації (організаційно-практичний, аналітичний) та впровадження, етап насичення (може бути рутинізація), спаду (криза, фініш), іррадіації (сяяти, модернізується)» [161, с.65].

Дичківська Ілона у своєму дослідженні «Інноваційні педагогічні технології» описала «життєвий цикл нововведення» поділу інноваційного процесу на етапи: «етап зародження нової ідеї; етап винаходу; етап реалізації нововведення; етап розповсюдження нововведення (зрілість); етап

насичення в конкретній галузі; етап спаду (криза, фініш); іррадіація нововведення» [104, с. 26].

У проєкті «Інноваційні авторські освітньо-виховні системи: досвід учителів України» Наталія Дем'яненко визначає п'ять етапів: підготовчий; теоретико-концептуальний; емпіричний; апробаційний та конструювально-впроваджувальний, суть дослідження її проєкту зводиться до вивчення, визнання, узагальнення та масштабування інноваційного досвіду педагогів України. Також в роботі описується етапи розвитку інновацій педагогами, працю яких досліджували магістри Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, проте чітко назви етапів не окреслено, умовно узагальнивши роботу можна простежити логіку: зародження ідеї, які відповідь на суспільний запит підвищити ефективність освітнього процесу в конкретному напрямку, розробка інновації, її впровадження, удосконалення та етап коли інновація уже сприймається за норму освітнього процесу в їх закладі освіти чи ширше. Також об'єднуючим фактором цього проєкту є те, що інновацію розробляють, впроваджують, а отже і несуть за її результати відповідальність ентузіасти, проактивні педагоги з явно вираженими лідерськими якостями [127].

Отже у більшості класифікацій вбачаємо певну логіку життєвого інновації, оскільки будь-яка інновація після розроблення і масштабування перестає мати характеристики «нового», і, або органічно інтегрується в освітній процес, або ж якщо немає підтримки її подальшого впровадження, або її використання не підтримало достатньо широке коло освітян, система освіти може відкинути інновацію, а набутий досвід з впровадження інновації може стати підставою та ретроспективою для розроблення інших, більш ефективних інновацій. Будь-яка інновація в освіті рано чи пізно (в залежності від запитів суспільства) відкидається освітнім процесом повністю, або переростає в нову якість. Наприклад у географічній освіті використання палетки для вимірювання площі земної поверхні, у XX столітті, активно використовувалася в географічній освіті, зараз необхідність навчити учнів

вимірювати площі, звісно зберіглася, проте цей процес з легкістю виконує ГІС, в тому ж контексті питання, щодо створення профілю рельєфу земної поверхні.

В нашому дослідженні ми розробили етапи впровадження освітньо-наукової інновації ІОС з основ ДЗЗ з врахуванням особливостей організації освітнього процесу у системі МАНУ.

— Виявлення суперечності. Суть цього етапу зводиться до очевидної необхідності постійного оновлення освітнього процесу (етапи, зміст, компоненти тощо), оскільки для забезпечення конкурентоспроможності учня на ринку праці освітня сфера має швидко та ефективно реагувати на розвиток науки та техніки, аби формувати ті компетентності, які будуть необхідні учневі в майбутньому. З цієї позиції освітній процес має будуватися на принципі випередження, формувати ті знання, які будуть необхідні, а не були необхідні. При тому зауважуємо на цінності фундаментальних знань, які не втрачають актуальність з часом. В контексті ІОС з основ ДЗЗ ми зауважили актуальну необхідність використовувати дані супутникового моніторингу Землі, їх порівняння з польовими дослідженнями, аналізувати великі дані в ГІС та недостатній рівень методичного забезпечення освітнього процесу шкільного рівня такими матеріалами, а також знаннями та навичками вчителів знаходити дешифрувати та аналізувати ці дані в освітніх та дослідницьких цілях. Загострення суперечності також спричинене і створенням хмарних сервісів з можливістю безкоштовно завантажувати та аналізувати дані супутникового моніторингу Землі, зокрема від Європейського космічного агентства (ESA) та від Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США (НАСА). Також важливим фактором стали освітні проєкти інших країн (детальніше п. 5.1), щодо успішної інтеграції технологій ДЗЗ в освітній процес шкільного рівня, у вигляді проєктів для вчителів та для учнів. Також важливо врахувати суперечність між об'єктивною необхідністю впроваджувати нові напрямки освітньо-наукової інновації в практику МАНУ

та рівнем теоретичного розроблення цієї теми, між запитом освітянської спільноти до використання ІТ, зокрема технологій ДЗЗ у дослідницькій діяльності учнів та рівнем розробленості методичних матеріалів та між готовністю та зацікавленістю учнів досліджувати процеси та явища на земній поверхні за допомогою даних ДЗЗ та рівнем організації такої освітньої діяльності в системі МАНУ.

— Зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності. Витоки ідеї, щодо подолання цієї суперечності зародилася у 2012 році. Власне із обробки геоданих в середовищі ГІС, та методика, які розроблялася у МАНУ. У 2017 після оприлюднення хмарного сервісу EO Browser від Європейського космічного агентства ця ідея поглибилася до необхідності перш ніж опанувати функціонал середовища ГІС ознайомлювати учнів із базою даних супутникового моніторингу Землі, що власне і є джерелом об'єктивних даних для подальшого аналізу в ГІС. Хоч і до 2017 року функціонували сервіси, які надавали відкриту інформацію із супутникових даних (як-от геологічна служба США), проте її інтерфейс та можливість обробки даних безпосередньо у середовищі, створювали ряд труднощів для використання в освітньому процесі рівня середньої освіти. Тому первинна ідея була в розробці методичної підтримки освітнього процесу МАНУ для роботи у хмарному сервісі EO Browser. Тобто на цьому етапі склалися певні передумови, зокрема: технічні (хмарні сервіси з відкритим доступом до даних: EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Engine, Giovanni NASA тощо, програмні ГІС середовища з відкритим кодом: Quantum GIS), методичні (розробка сервісів, проєктів та програм для шкільної освіти фахівцями ЄКА та НАСА, створення відповідних центрів освіти) та організаційні (сприятливе середовище в структурі МАНУ для впровадження освітньо-наукової інновації).

— Розробка інновації. На основі хмарного сервісу EO Browser ми розробили курс семінарів «Основи ДЗЗ» тривалістю 15 годин, який складався із трьох лекцій і трьох практичних, які об'єднані в теми: Ознайомлення з

«EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)»; «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)», цей етап став констатувальним етапом педагогічного експерименту, який ми проводили серед освітян МАНУ.

— Апробація інновації. З 2017 рік по 2019 рік ми організували очні семінари для вчителів міста Києва, в якому взяли участь 193 освітян. Де власне, в рамках дослідження, ми прочитали курс семінарів за програмою «Основи ДЗЗ». Заняття проводилися у комп'ютерних класах, де вчителі окрім теорії могли самостійно опанувати функціонал хмарного сервісу EO Browser, який ми описували у курсі. Для нашого дослідження це один із визначальних етапів, оскільки він дав можливість зрозуміти запити освітян, при яких умовах вони змогли б використовувати сервіс в освітньому процесі, яким курують.

— Перевірка ефективності інновації. На цьому етапі ми робили опитування учасників про те, за яких умов хмарний сервіс EO Browser вони могли б використовувати в освітньому процесі, в яких темах природничих дисциплін дані супутникового моніторингу Землі були би корисними для підвищення ефективності освітнього процесу і яких знань та навичок необхідно набути вчителю, аби ці технології впровадити не лише в освітній процес, але й у дослідницьку діяльність учнів. Відповіді освітян ми згрупували у блоки: технічні (сервіси і програмні забезпечення мають бути з безкоштовним із вільним доступом, аби не створювати додаткових труднощів із придбанням ліцензії, також вони мають мати дружній (інтуїтивно-зрозумілий) та україномовний інтерфейс); методичні (розробка методичних та дидактичних матеріалів, які можна взяти повністю, або частково для проведення заняття; теми занять мають напряду стосуватися освітніх програм; впровадження цієї інновації має бути системним з постійною методичною та дидактичною підтримкою).

— Корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу. На цьому етапі ми намагалися максимально врахувати побажання освітян. Розробили модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ – «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ» з відповідними блоками-модулями та комплексами.

— Масштабування. На цьому етапі відбувалися паралельно курси для освітян, заходи та конкурс для учнів. Курси для освітян мали на меті ознайомити освітянську спільноту із методикою використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі, мотивувати та надати необхідні знання та навички, аби деякі учасники курсів змогли очолити секції «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАНУ, або ж організувати педагогічне та/чи наукове керівництво учнівськими роботами в секції «ГІС та ДЗЗ». Для учнів було організовано першу Міжнародну та Всеукраїнську літню школи з основ ДЗЗ, де вони змогли набути базових знань з основ ДЗЗ та навичок для проведення різноматичних досліджень з використанням відкритих даних супутникового моніторингу Землі. Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екогляд», який ми вперше організували у 2020 році, був прототипом Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ і мав на меті перевірити готовність учнів використовувати дані супутникового моніторингу Землі в дослідницькій діяльності, оприлюднювати та захищати результати свого дослідження. В перший рік на конкурс зареєструвалися 493 учасника.

Цей етап також включає нараду директорів територіальних відділень МАНУ, який відбувався у грудні 2021 року, де за відкритим голосуванням було одногосно підтримано рекомендацію до включення секції «ГІС та ДЗЗ» до Всеукраїнського (III) етапу конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ з 2022 року. Це голосування та підтримка ініціативи Міністерством освіти і науки України також створило передумови для розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних

відділеннях МАНУ. Тобто це стало результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ і також причиною подальшого розширення і масштабування ІОС. Умовно це можна окреслити, як реформу наукових напрямків відділення Наук про Землю МАНУ, яка виникла через цікавість та участь у проєктах нашого дослідження освітян та учнів.

На цьому етапі відбувся педагогічний експеримент окремо для учнів (детальніше п. 5.2) та освітян (детальніше п. 5.3). Учні МАНУ експериментальної групи брали участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ, а освітяни в спецкурсах для освітян за програмою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування». В учнів ми досліджували динаміку формування дослідницької компетентності (критерії: ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний), а в освітян – професійне зростання педагогів (критерії: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ, об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ, суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі). Також в цьому дослідженні ми описуємо опитувальники освітян та учнів з інших проєктів, які відносяться до організаційно-процесуального блоку-модуля ІОС з основ ДЗЗ.

— Перевірка ефективності інновації у масштабуванні. На цьому етапі ми проводили дослідження як модель ІОС з основ ДЗЗ видозмінюється та розширюється в наслідок масштабування у чотирнадцяти територіальних відділеннях МАНУ (детальніше у п. 5.1.).

— Удосконалення інновації. Зараз процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ перебуває між попереднім і цим етапом. Зокрема не усі відділення МАНУ ще охоплені проєктами організаційно-процесуального блоку-модуля ІОС з основ ДЗЗ, також не в усіх територіальних відділеннях МАНУ працює секція «ГІС та ДЗЗ», тобто залишається потенціал для масштабування. Зараз наше дослідження перебуває на етапі удосконалення дидактико-методичного блоку через укладання та апробацію двох курсів «Радарні технології в ГІС» та «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online». В цьому контексті залишається також

великий потенціал для удосконалення методики в контексті створення нових освітніх проєктів, сервісів, хмарних платформ та нових наборів геоданих від Європейського космічного агентства та від Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США. Зокрема напрямки удосконалення освітньо-наукової інновації ІОС з основ ДЗЗ ми описали у п. 5.4.

— Органічна інтеграція або стагнація. На цьому етапі, коли удосконалення уже не є можливим, або має передбачуваний характер і базовими навичками використання технологій ГІС та ДЗЗ оволоділи критична маса освітян інновація форматується в органічну складову освітнього процесу і розвивається уже самими освітянами. Або ж не розвивається, якщо немає настільки потужної інерції від етапів масштабування та удосконалення інновації і переходить в етап стагнації.

Отже ми розглянули методику дослідження ІОС з основ ДЗЗ через етапи впровадження освітньо-наукової інновації, зокрема: *виявлення суперечності* (між об'єктивною необхідністю впроваджувати нові напрямки освітньо-наукової інновації в практику МАНУ та рівнем теоретичного розроблення цієї теми; між закордонним досвідом впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес шкільного рівня і українським; між запитом освітянської спільноти до використання технологій ДЗЗ та рівнем розробленості методичних матеріалів; між готовністю та зацікавленістю учнів використовувати технології ДЗЗ та рівнем організації такої діяльності в МАНУ). *Зародження ідеї спричинена* об'єктивно наявністю певних передумов (технічні: хмарні сервіси з відкритим доступом до даних: EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Engine, Giovanni NASA тощо, програмні ГІС середовища з відкритим кодом – Quantum GIS; методичні: розробка сервісів, проєктів та програм для шкільної освіти фахівцями ЄКА та НАСА, створення відповідних центрів освіти; організаційні: сприятливе середовище в структурі МАНУ для впровадження освітньо-наукової інновації. *Розробка інновації*: розробка курсу «Основи ДЗЗ». *Апробація*

інновації: З 2017 по 2019 роки організовано очні семінари для вчителів міста Києва за програмою «Основи ДЗЗ». *Перевірка ефективності інновації*: аналіз анкет освітян, щодо участі у курсі «Основи ДЗЗ». *Корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу* – розробка моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ. *Масштабування* – впровадження моделі ІОС з основ ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ; проведення педагогічного експерименту; створення 14 нових секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ. *Перевірка ефективності інновації у масштабуванні*: дослідження динаміки розвитку дослідницької компетентності учнів та тенденцій професійного зростання педагогів у територіальних відділеннях МАНУ. *Удосконалення інновації* – потенціал до розширення мережі секцій ГІС та ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ, організація апробаційних курсів для удосконалення дидактико-методичного блоку. *Органічна інтеграція або стагнація* – удосконалення уже не є можливим, або має передбачуваний характер.

2.2. Сутність інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі

Сутність філософська категорія, яку використовують на позначення «внутрішнього, сукупність істотних властивостей предмета, без яких він існувати не може» [241, с. 623]. Однокорінневе із словом «суть» - «найголовніше, основне в чому-, чому-небудь» [59, с. 1417]. В англійській мові цей термін звучить «essence» і має латинське походження «essentia» [382] і використовується на позначення властивості чи набору властивостей, які конструюють і визначають сутність сутністю, тобто роблять її такою якою вона є, або, через негативний аспект: без яких вона втратила б свою ідентичність, особливість, що вирізняє її поміж інших сутностей.

Тобто у випадку нашого дослідження, смислове поле цього поняття характеризується тим основним, головним та ключовим без чого ІОС з основ

ДЗЗ не зможе існувати. За умови того, що у системі усі компоненти важливі і зміна одного є пусковим механізмом до змін у всіх елементах системи і як наслідком системи в цілому. Вважаємо за необхідне уточнити термін з терміном антиподом.

Здебільшого цей термін узгоджують з терміном «існування», яке використовують на позначення наявного буття предмета, котре на відміну від сутності можна досягнути, виміряти і дослідити емпіричним шляхом. Зокрема у філософському словнику знаходимо таке означення терміну існування: «позначення зовнішнього, речового буття, яке, на відміну від сутності речі, досягається не мисленням, а через досвід» [241, с. 251].

Сутністю ІОС з основ ДЗЗ є *освіта через дослідження*. У процесі дослідження учень має оволодіти такими вміннями: спостерігати за процесами, явищами чи об'єктами; визначати головні риси й закономірності предмету дослідження – моделювати; формулювати запитання, щодо процесу, явища чи об'єкта; самостійно формулювати проблему дослідження; висловлювати гіпотези; визначати шляхи та способи підтвердження чи спростування гіпотез; робити висновки; презентувати своє дослідження.

Одним з головних завдань, яке постає перед освітою – навчити учня визначати наукову проблему через формулювання питань. Учні повинні вміти ставити один одному запитання про прочитані тексти, особливості процесу спостереження та висновки наукових досліджень. З кожним роком питання учнів мають бути складнішими, точнішими та гуртуватися на попередньому досвіді [363]. Саме правильно поставлене запитання є відображенням проблеми дослідження.

Досліджуючи певне явище чи процес через моделювання учні можуть точніше зрозуміти головні механізми, оскільки розглядають лише вагомі для цього процесу чи явища властивості та ознаки, при цьому нівелюючи другорядні. В науці використовується більші складні (структурні, функціональні, поведінкові тощо) та спрощені (схеми, діаграми, комп'ютерне моделювання тощо) моделі. Оскільки всі моделі містять

узагальнення, важливо розуміти їх неточність та обмеження у застосуванні. Учні повинні вміти побудувати моделі, які демонструють процес, систему чи предмет. На приклад, аналізуючи колекції комах, учень має визначити які ознаки є спільними для усіх представлених експонатів і зарисувати їх. Використовуючи лампу та резервуар з водою, визначити як змінюється випаровуваність при зміні кута та довжини світлових променів лампи, результати представити у вигляді рисунка. Визначивши, що моделі не відображають усіх показників та ознак дослідження, учні можуть запропонувати шляхи їх удосконалення, аргументуючи емпіричними даними чи теоретичними доказами [402]. Тобто, сформулювати свою мету та гіпотезу дослідження.

Одним з найважливіших етапів дослідження є планування. Спланувати дослідження, експеримент чи спостереження з метою перевірки наукової гіпотези вимагає від учня не лише знань але і організаційних навичок. У плануванні дослідження важливо визначити, які саме компоненти процесу чи складові моделі мають піддаватися спостереженню чи експерименту і який результат можна вважати задовільним. Потрібно чітко розуміти не тільки «що» і яку кількість експонатів потрібно дослідити, але і «як» потрібно виміряти предмет дослідження, яка точність вимірювання буде задовільною і які інструменти для цього потрібно використати. Учні повинні усвідомити, що лабораторні методи не завжди застосовуються у науковому дослідженні. Наприклад географи, екологи, археологи здебільшого проводять дослідження «на місцевості», в польових умовах, спостерігаючи, збираючи зразки тощо.

Після планування необхідно розпочати збір даних дослідження. Для якісного аналізу та розуміння зібраних даних, їх потрібно класифікувати, графічно та статистично інтерпретувати. За допомогою такої інтерпретації даних можна виявити взаємозв'язки, взаємозалежності і кореляцію між ними. Деякі дані знаходяться у відкритому доступі в мережі Інтернет (температура, вологість, тиск, рівень забрудненості повітря тощо). Звичайно,

потрібно навчати учнів науковій етиці: якщо зібрані та опрацьовані дані суперечать висунутій гіпотезі, то гіпотезу потрібно відкинути. Оскільки заперечення висунутої теорії, це також знання, які учні здобули, а опираючись на дослідження сера Карла Поппера, перевірка теорії через фальсифікацію – один з ефективних шляхів розвитку наукового знання [399].

Наступний етап – застосування математичних методів та обчислювальної техніки з метою якісної інтерпретації зібраних даних дослідження. Застосування математичних моделей, які описують та прогнозують, наприклад, щорічне підвищення середньорічної температури, можуть значно допомогти в інтерпретації даних. З середини ХХ століття теорії обчислень, інформаційні та комп'ютерні технології революціонізували практично всі наукові та інженерні галузі. Ці інструменти дозволяють вченим та інженерам збирати та аналізувати великі набори даних, шукати відмінності, виявляти взаємозв'язок між ними.

Зібравши та проаналізувавши дані, учні повинні навчитися формулювати свої пояснення природних феноменів та розробляти власні рішення для удосконалення, пристроїв, технологічних процесів тощо. Отже формулюванні пояснення, мають базуватись на зібраних даних. Наукові пояснення учнів мають на меті пов'язати наукову теорію з конкретними даними спостереження, наприклад, визначити причинно-наслідкові зв'язки між змінними та описати цей механізм.

Також практикується інший варіант: коли вчитель представляє модель процесу і на основі цієї моделі учні висловлюють свої пояснення. Наприклад, якщо представити учням модель отримання, транспортування та використання кисню людським організмом, то можна запропонувати їм пояснити, чому частота серцевих скорочень та дихання збільшується під час виконання фізичних вправ [402].

Визначаючи яким чином один фактор впливає чи не впливає на досліджуваний процес, учні можуть визначити причинно-наслідкові зв'язки цього процесу. Наприклад, при дослідженні умов, за яких рослини ростуть

найшвидше, учні можуть помітити, що рослини гинуть в темряві чи без води, або навпаки, від перезволоження. Хоча пояснення учнів початкової школи може бути простим: «рослини вмирають у темряві, тому що вони потребують світла для того, щоб жити і рости», це створює основу для подальших запитань і більш глибокого розуміння того, як рослини використовують світло, яке може формуватися у наступних класах. Тобто в освіті одна з головних цілей – навчити дитину ставити питання і шукати на них відповідь. Саме на етапі формулювання запитань розвивається природна цікавість, яку треба підтримати і розвивати в правильному руслі. У середній школі учні мають пояснювати та описувати більш складніші процеси, наприклад, чому температура води не підноситься вище 100 градусів Цельсія [404].

Формування нових знань залежить від процесу підтвердження чи спростування міркувань вченого, індуктивним чи дедуктивним шляхом. Тому навичка аргументувати свою наукову гіпотезу базуючись на зібраних та проаналізованих даних є необхідною умовою підготовки школяра-науковця. Учень має уміти визначати слабкі та сильні сторони своєї гіпотези, щоб визначити шляхи її удосконалення та головне сформувати навичку опиратися в судженнях на факти, а не здогадки чи припущення. Історія науки знає безліч прикладів, коли наукові теорії не визнавалися за життя їх автора, проте сьогодні ми користуємося ними і знаходимо безліч доказів, щодо їхньої валідності. Таке трактування та розвиток наукового знання не має лякати учнів, адже «істина народжується в суперечці». Тому, доцільно, на історичному прикладі продемонструвати, як розвивалася приміром геліоцентрична теорія Коперника, як її вірність аргументував сам автор і якими доказами користувалися опоненти, як розвивали його ідею наступники. Головна мета цього процесу – сприяти відкритості учнів до конструктивної критики гіпотези, як своєї, так й інших учнів у класі. Конструктивна критика має сприяти вмінню відстоювати та аргументувати свою позицію, приймати критичні зауваження для удосконалення своєї гіпотези, власне цей процес вчить учнів цінності колективної роботи над

проблемою дослідження [404]. Окрім того, що учень має уміти сформулювати та перевірити свою гіпотезу, не менш важливим етапом є представлення результатів свого дослідження. І чим більш спрощеним та візуальним воно буде тим краще інформація сприйматиметься (діаграми, графіки, таблиці тощо). Презентація результатів може бути здійснена на конференціях, опублікована у журналі чи мережі Інтернеті як наукова стаття. Наукові тексти мають ряд своїх особливостей, порівняно з іншими стилями мови. Головними особливостями, якими учень має бути ознайомлений це: використання наукової термінології, відсутність емоційних суджень, оскільки наукові тексти це «есенція» інформації про дослідження [149].

В контексті системного використання досліджень з ціллю підвищення ефективності освітнього процесу ми опираємося на концепцію наукової освіти, яка власне і визначає, що дослідження – той процес, який лежить в основі набуття нових знань і той набір методів, який формує необхідну сучасному учневі матрицю інструментарію для пізнання світу з метою формування наукової картини світу.

Концепція наукової освіти активно розробляється і впроваджується у МАНУ. Термін «концепція» не має універсального та однозначного характеру трактування. У словнику іншомовних слів за редакцією Олександра Савовича Мельничука, термін концепція тлумачиться як *«система поглядів на певне явище; спосіб розуміння тлумачення якихось явищ, основна ідея будь-якої теорії»* [222]. У філософському енциклопедичному словнику за редакцією Володимира Іларіоновича Шинкарука, цей термін трактується як *«система понять про ті чи інші явища, процеси; спосіб розуміння, тлумачення якихось явищ, подій; основна ідея будь-якої теорії»* [241, с. 301]. В Енциклопедії Сучасної України, Володимир Антонович Рижко подає таке розуміння терміну концепція: *«система поглядів, понять про ті чи інші явища або процеси, спосіб їхнього розуміння, тлумачення; основна ідея будь-якої теорії, головний задум; ідея чи план нового, оригінального розуміння»* [115].

Наукова освіта як концепція має на меті виплекати нову генерацію науковців, базуючись на певних методиках, методах, формах навчання та навчальному змісті. Вчитель не виконує роль єдиного джерела інформації, з метою передати її учням, а є наставником, який курує комплексами учнівських досліджень. Кінцевим результатом такого навчання має бути новий тип мислення в учнів, коли науковий метод сприймається як засіб для вирішення практичних проблем конкретної людини, сім'ї, міста, держави чи більш глобальних масштабів [18].

Наукова освіта – це педагогічна концепція, метою якої є популяризація та вивчення науки серед учнів. Концепція наукової освіти охоплює такі сфери, як науковий зміст, наукові методи, історія науки, засоби та принципи, деякі суспільні науки, а також педагогічні технології та методики [393]. З погляду українських науковців – М. Гальченка та Ю. Гоцуляка, наукова освіта ґрунтується на автономності учня у навчально-виховному процесі та передбачає самостійний пошук і виконання освітніх завдань учнем, як окремих проєктів та досліджень, під керівництвом учителя-консультанта [83, с. 5].

Сьогодні, країни Європи стикається з дефіцитом спеціалістів, обізнаних у науковій сфері, на всіх рівнях суспільства і економіки [393]. За останні десятиліття спостерігається збільшення кількості учнів і студентів, які отримують наукові спеціальності у закладах вищої освіти. Проте паралельного не збільшується кількість людей, які після навчання обирають наукову сферу як професію. Не помічено, також, пропорційного зростання інноваційної діяльності у науковій сфері та належної кількості відповідних підприємницьких ініціатив [393, с. 6].

Професор Ліверпульського університету – Вінн Гарлен визначила такі принципи впровадження концепції наукової освіти у школі [420]: створення умов для зацікавленості та вмотивованості до проведення наукових досліджень; виховання активного громадянина, через участь учнів у прийнятті рішень, що впливають на їхнє власне благополуччя, добробут

суспільства та навколишнього середовища; формування: розуміння учнями «великих теорій» науки, навичок збору та використання даних, неупередженості; відповідність змісту програми віковим особливостям учня; врахування інтересів учня при визначенні тем дослідження; теми дослідження мають бути актуальними та базуватися на сучасних дослідженнях; формування наукової позиції учня та наукового типу мислення; оцінювання навчальних досягнень учнів та оцінка індивідуального прогресу учня повинні відображати рівень досягнення освітніх цілей; сприяння співпраці між вчителями, учнями їх батьками та науковцями.

Наукова освіта має посилювати зацікавленість учнів, базуючись на їхню природну схильність шукати сенс та розуміння навколишнього світу. Їхнє особисте дослідження, виявлення та встановлення зв'язків між новими знаннями та досвідом можуть викликати позитивну емоційну реакцію, яка мотивує до подальшого навчання. Вивчення науки підтримує розуміння її як важливого людського прагнення до пізнання істини, шляхом системного збору даних їх аналізу та інтерпретації. У цьому контексті, ми вважаємо, що впровадження концепції наукової освіти в позашкільлі дозволить виховати багатогранну особистість, через формування дослідницької компетентності, наукового типу мислення, дослідницьких методів навчання. Наукова освіта покликана культивувати учнівську допитливість.

У зарубіжній літературі існують різні підходи до тлумачення терміну «наукова освіта», зокрема, професор з наукової освіти Арканзаського університету та керівник проєкту з підвищення якості наукової освіти в школах – Уільям Ф. Маккомас [356, с. 86] тлумачить термін, як наукову та практичну дисципліну, що пов'язує викладання, навчання та судження щодо наукового змісту, наукових процесів та сутності науки. Професорка психології Гарвардського університету – Сюзан Кери – акцентуючи увагу на сучасних проблемах наукової освіти, дає такі рекомендації: постійне врахування сучасного прогресу наукового знання в освітньому процесі

(тобто програма має бути динамічною, оскільки наукові розвідки постійно удосконалюються і дають нові знання і уявлення про світ); врахування у навчальних програмах чітко визначеної стратегічної цілі – еволюції концепту, навколо якої формується зміст навчальної програми, замість логічної послідовності вивчення концептів, які потрібно опанувати; учні мають бути активними учасниками процесу пояснення та процесу розуміння концептів; учні повинні бути обізнані у суті інтерпретаційної рамки пояснення результату дослідження (мається на увазі визначення обмежень тлумачення результату дослідження, наприклад гіпотеза експериментально підтверджена, а не 100% істинна); помилки учнів у розумінні концептів – неминучі і є необхідним елементом для розуміння сутності наукового знання; якість такої освіти на пряму залежить від вчителя, його активної участі у процесі дослідження, глибини та ґрунтовності предметних знань та розуміння природи формування наукового знання у відповідності до віку учнів [397]. Голова наукового форуму та групи експертів з наукової освіти, експерт-консультант PISA – Роджер В. Байбі – роздядає наукову освіту через три її головні цілі: емпіричне дослідження фізичної та біологічної систем; застосування наукових методів дослідження; особистісний розвиток учня [277, С. 85–97].

Одна з перших публікацій в українських періодичних виданнях, що присвячена темі наукової освіти була за авторством Юрія Вікторовича Гоцуляка та Максима Сергійовича Гальченка. В публікації тлумачення терміну подається як освітня модель, яка базується на самостійності учня: «це освіта, що ґрунтується на автономності учня у навчально-виховному процесі та передбачає самостійний пошук і виконання освітніх завдань учнем, як окремих проектів та досліджень, під керівництвом учителя-консультанта» [83, с. 5]. У публікації Станіслава Довгого, Дениса Свериденка, Вікторії Небрат і Світлани Бабійчук, наукова освіта розглядається як ефективна освітня стратегія для підготовки молоді до активного життя в епоху індустрії 4.0, і власне є «освітньою концепцією, що

має на меті сприяти створенню нового покоління науковців через конкретні методології, методи, форми та зміст навчання» [294, с. 147]. Ще один погляд визначення терміну наукова освіта, подає авторський колектив Наталія Іванівна Поліхун, Ірина Андріївна Сліпухіна та Ігор Станіславович Чернецький, акцентуючи на багатогранності та комплексності поняття, «наукова освіта це: наукова культура індивіда, а її мета – його залучення до культурних цінностей науки; особливий вид пізнавальної діяльності, спрямованої на становлення особистості експериментатора, дослідника, вченого; освіта, яка отримана експериментальним шляхом, з використанням наукового методу; цілеспрямований процес навчання і виховання на основі сучасних досягнень науки і техніки, технологій з метою отримання знань і формування умінь, а також формування загальнокультурних і професійних компетенцій в сучасному інформаційному суспільстві для особистої самореалізації і розвитку суспільства в цілому; цілеспрямований і прискорений розвиток наукових здібностей завдяки педагогічно організованій передачі і поширенню наукових знань і наукового світогляду в суспільстві» [193, с. 187].

На сайті Нової української школи, Лілія Михайлівна Гриневич у публікації «Освіта після пандемії. Частина 2. Тренди майбутнього шкільної освіти» визначає наукову освіту, як одну з основних напрямів змін у сучасній шкільній освіті і дає таке розуміння цього терміну «наукова освіта – це освітній процес, який має сформувати в людини науковий стиль мислення. Завдяки тому, що ви опановуєте наукові методи й досвід людства, потім, коли ви щось робите, ви ці методи можете застосовувати. Наприклад, якщо ви хочете ухвалити якесь рішення, ви маєте знати, як шукати дані і як будувати на них своє рішення» [85] Міністерка освіти і науки України (2016-2019 років) акцентує на таких ключових завданнях наукової освіти, зокрема: необхідності «бурхливого розвитку науки» як відповідь на постійно зростаючі виклики людства (глобальні проблеми, пандемія тощо); формування критичного мислення учнів; підвищення рівня наукового

мислення серед українських учнів «за результатами PISA-2018, 26,4% дітей не досягають навіть базового рівня з природничо-наукової грамотності. 36% не досягають базового рівня з математичної грамотності. Базового рівня з читання з розумінням не досягають майже 29,5%» [377]; дослідницьке (inquiry-based), проблемно-орієнтоване і проєктне навчання будуть «виходити на перший план», одним з прикладів такого навчання розглянуто підхід 5E (залучення (engage), вивчення питання (explore), пояснення (explain), розробка (elaborate), оцінювання (evaluate)).

Ми визначаємо [21] термін «наукова освіта» як освітню концепцію націлену на синергію освіти і науки, яка базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня. Стратегічними цілями такої освіти виступають: виховання науково грамотних і відповідальних громадян, а також підготовка нової генерації науковців, новаторів та винахідників. Завданнями наукової освіти є розвиток дослідницької компетентності та формування навичок 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота). Освітній процес побудований на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня. Зміст навчання характеризується: міждисциплінарністю (синергія природничих, технічних та гуманітарних наук), системністю, орієнтованістю на інтереси та практичні потреби учня. Формами організації освітнього процесу є: індивідуальна, групова та колективна робота. Головними методами наукової освіти виступають дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми та

проблеми дослідження. Умовно наукову освіту можна розглядати як трикомпонентну систему, що складається з цілеспрямованої дослідницької діяльності учня, вивчення історії науки, та популяризації наукового знання. Науковці, які працюють у цій галузі знань досліджують методологічні та дидактичні проблеми підвищення якості наукової освіти та відповідності її змісту сучасним науковим розвідкам, розробляють та розширюють існуючі методології та методи навчання. Вчитель з наукової освіти виступає в ролі наставника освітнього процесу. Вчителі повинні глибоко розуміти методику та етапи організації дослідницької діяльності і комбінувати їх в залежності від проблеми дослідження та результату, якого потрібно досягнути, а також володіти ґрунтовними фундаментальними знаннями. Один з розробників термінологічного апарату наукової освіти – Уільям Ф. Маккомас, зазначає, що хоч історія наукової освіти налічує більше 100 років [277, с. 85-97], досі існують не вирішені питання, зокрема: уніфіковане поняття терміну наукова освіта та визначення критеріїв якості підготовки вчителя з наукової освіти [356, с. 86]. Проте ці питання активно обговорюються у спеціалізованих журналах, на конференціях, симпозіумах тощо, постійно зростаючою кількістю науковців задіяних у цій сфері.

Отже похідними термінами першого порядку від головного поняття педагогічної концепції «наукова освіта», ми визначили: дослідницьку діяльність, дослідницьку компетентність, науковий метод, науковий тип мислення, наукова грамотність, дослідна діяльність, пошукова діяльність, проєктна діяльність, навички 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота), наукова картина світу.

Термін дослідницька діяльність, у педагогічній літературі, має багато підходів до тлумачень, загалом не претендуючи на всеохопність, їх можна структурувати у декілька блоків: дослідницька діяльність як *засіб* освіти (О. Леонтович), як *спосіб* підвищення якості освіти (Г. Колінець, Н. Білик Л. Михайлик), як процес *співтворчості* (В. Алфімов, О. Марченко, Ерміліна Е.), як *вид* інтелектуальної/пізнавальної діяльності учня (А. Савенков, П.

Середенко, О. Святохо с. 6, Т. Мієр), як процес виконання творчого завдання з *невідомим рішенням* (Пустовіт Г. с. 236, О. Анісімова), процес *перевідкриття* наукових знань.

Ми визначаємо дослідницьку діяльність в науковій освіті, як процес цілеспрямованого, творчого пізнання частини реальної дійсності, що визначена освітньою метою та пізнавальними інтересами учня. Цей процес характеризується застосуванням наукових методів та по-етапною структурою пізнання, і відсутністю наперед відомого результату як для учня так і для вчителя. Результатом можуть бути як суб'єктивно так і об'єктивно нові знання.

Дослідницька компетентність, також немає уніфікованого трактування. Тлумачення науковців умовно розглядаємо з таких підходів до розуміння терміну дослідницька компетентність як: інтегральна якість чи характеристика (М. Головань [76, с. 197-198], М. Любчак [158] та інші) та через якість володіння методами дослідження (Л. Бурчак [58, с. 8], С. Генкал [72, с. 132], С. Раков [200, с. 35]). Ми визначаємо дослідницьку компетентність – як цілісну, системну та динамічну якість особистості, що виражається в усвідомленій готовності та персональній зацікавленості учня у процесі дослідження через застосування наукових методів та інструментів, з метою отримання нової інформації чи перевірки наявної та формування нових знань, вмінь, навичок та досвіду.

Окреслено розуміння наукового методу через призму наукової освіти. Науковий метод – систематизований засіб пізнання дійсності з визначеними принципами та діями, який застосовують у процесі дослідження з метою досягнення теоретичного чи практичного результату. Науковий тип мислення – один з типів мисленнєвої діяльності учня, що формується з метою пізнання реальності через синтез логічного та критичного усвідомлення вихідних даних. Науковий тип мислення формується і є наслідком системної дослідницької діяльності учня.

Наукова грамотність через усвідомлення причинно-наслідкових зв'язків між результатами дослідження, прийнятим рішенням та наслідками його реалізації, «науково грамотна особа – це особа, яка має знання про основні концепції й ідеї, що формують основу наукової й технологічної думки, про походження таких знань і ступінь обґрунтованості їх доказами або теоретичними поясненнями» [377, с.5].

Вважаємо за необхідне розмежувати поняття дослідницької і дослідної діяльності, оскільки смислові поля понять перетинаються, але не є тотожними. Етимологія слова дослідна (діяльність) походить від слова дослід, у Великому тлумачному словнику сучасної української мови дослід визначено, як «відтворення якого-небудь явища або спостереження за новим явищем у певних умовах з метою вивчення, дослідження» [59, С.321]. Саме з цієї позиції ми трактуємо дослідну діяльність – як процес відтворення задалегідь спланованих дій та формування наперед визначених висновків, з метою здобуття суб'єктивно нових знань. Саме ознака визначеності результату та фактична відсутність можливості здобути об'єктивні знання відрізняють смислові поля дослідної та дослідницької діяльності.

Пошукову діяльність ми визначаємо, як цілеспрямований процес збору, систематизації та узагальнення інформації з метою формування знань і уявлень про стан певного об'єкта чи процесу, який вивчається. Пошукову діяльність доцільно застосовувати на етапі визначення поточного стану вивченості обраної проблеми дослідження.

Під проектною діяльністю ми розуміємо цілеспрямовані дії з пошуку шляхів вирішення практично-орієнтованої проблеми з освітньою метою. Слово «проект» походить з латинської мови і означає «кинутий вперед» - тобто формулювання певного задуму, проектна діяльність характеризується конструюванням, плануванням, організацією виконання певного практично значущого завдання.

Навички 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота) – комплекс свідомих, ціле направлених мисленневих дій

та практичних вмінь учня, що характеризуються повторюваністю за відсутності навмисної регуляції та контролю на кожному з етапів дослідження. В науковій освіті навички 4К формуються під час дослідницької, дослідної, пошукової та проєктної діяльності учня.

Отже сутністю інформаційно-освітньої системи з ДЗЗ є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти.

2.3. Зміст інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі

У словниках термін «зміст» використовується на означення «внутрішньої сутності, сукупності елементів» [133, с.393], також «те про що йдеться, розповідається, де не-буть, те що описується» [59, с. 467]. Тобто термін «зміст» використовується та означення структурних елементів чогось, у нашому випадку інформаційно-освітньої системи.

Щодо змісту, безпосередньо освітньої сфери, його досліджували багато педагогів, оскільки це власне є однією із визначальних категорій у педагогічній думці, яка власне визначає що необхідно навчати. Гончаренко Семен Устимович, щодо означення дидактичної концепції змісту освіти зазначає, що «школа зобов'язана знати, що буде потрібно завтра її випускникам і давати саме ці знання, уміння, виховувати необхідні якості особистості» [80, с.22]. Овчарук Оксана Василівна у своїй статті зазначає про необхідність оновлення змісту освіти у відповідності до потреб часу та сучасного суспільного «така позиція вимагає від сучасної школи особливо серйозних реформаційних кроків до оновлення змісту освіти та до застосування нових педагогічних підходів до навчання, впровадження інформаційних та комунікаційних технологій, які модернізують процеси розвитку суспільства» [177, с.14].

Ляшенко Олександр Іванович розглядаючи модернізацію змісту освіти як чинник реформування української школи, акцентує, що зміст має будуватися на парадигмі, яка включає три підходи: особистісно-орієнтований, діяльнісний і компетентнісний «модернізація змісту освіти вимагає організації такого особистісно зорієнтованого освітнього процесу, завдяки якому учні набувають знань і компетентностей, необхідних людині в ХХІ ст. За таких умов зміст освіти стає лише засобом освітньої діяльності вчителя і учня, що в кінцевому рахунку формує життєздатну, конкурентоспроможну, інноваційно налаштовану, креативну особистість, підготовлену до успішного життя в суспільстві [159, с.14]. Ми, безумовно погоджуємося з цим твердженням, і визнаємо, що зміст це не ціль, а засіб, один з інструментів для досягнення цілі, притому ж засіб, який постійно треба адаптувати, як під запити освітянської спільноти, актуальний стан розвитку ІТ та наукового прогресу педагогічної думки. Також на такому адаптаційному підході акцентує Гончаренко Семен Устимович «на зміст освіти впливають об'єктивні (потреби суспільства у розвитку робочої сили; розвиток науки й техніки, що супроводжується появою нових ідей, теорій і докорінними змінами в техніці й технології) та суб'єктивні (політика керівних сил суспільства, методологічні позиції вчених) фактори» [80, с. 137]. Рибалко Ліна Миколаївна досліджуючи питання упровадження інноваційних підходів до навчання, як шляху модернізації змісту освіти зазначала, що «першою і, очевидно, головною є проблема модернізації змісту природничо-наукової освіти, узгодження його із найновішими досягненнями сучасних науки, культури й суспільного життя» [201, с. 3].

З логіки вище викладеного матеріалу до змісту ІОС з основ ДЗЗ ми відносимо обов'язкові структурні елементи системи: змістово-процесуальний компонент (дидактико-методичний блок та організаційно-процесуальний блок), технічний, технологічний, цілепокладальний і оцінювальний відповідно до розроблених комплексів ІОС з основ ДЗЗ.

Дидактико-методичний блок – включає в себе всі аспекти, пов'язані із розробленням методичної та дидактичної підтримки освітнього процесу. Цей блок включає в себе навчально методичну підтримку освітнього процесу (посібники, робочі зошити, навчальні програми, відео-курси, презентації, ті ресурси та хмарні сервіси тощо), які використовуються для досягнення освітніх цілей та мети. Він також включає пошук, укладання та апробацію ефективних методик для досягнення освітніх цілей тощо. Таким чином, дидактико-методичний блок забезпечує педагогічну базу для ефективного освітнього процесу. Цей блок складається із дидактико-методичної підтримки освітян та учнів.

Організаційно-процесуальний блок – включає в себе всі дії, процеси та процедури пов'язані із організацією заходів, проєктів, конкурсів тощо задля підвищення ефективності освітнього процесу та розширення спільноти зацікавлених у використанні даних супутникового моніторингу Землі. Також до цього блоку відносимо підтримку та консультування учнів та освітян, розроблення процедур для виявлення та вирішення можливих проблем, і організації активностей спільноти тощо. Цей блок складається із організаційно-процесуальної підтримки освітян та учнів.

Технічний елемент ІОС з основ ДЗЗ передбачає використання технічних засобів (персональних комп'ютерів з швидкісним Інтернетом, проєкторів, інтерактивних дошок тощо), доступ до інформаційних ресурсів (хмарних сервісів, веб-платформ, програмних забезпечень тощо), доступ до геоданих (растрові та векторні дані, базові карти тощо).

Технологічний елемент ІОС з основ ДЗЗ передбачає обґрунтоване використання певного набору *форм* (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу (очна і дистанційна), за кількістю залучених учнів (індивідуальна, групова та колективна робота); за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо), *методів* (дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна діяльність, пошукова

діяльність, проєктна діяльність) та *засобів* (EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview, Quantum GIS, Giovanni NASA, Google Earth Engine) в освітньому процесі.

Цілепокладальний елемент ІОС з основ ДЗЗ передбачає окреслення тих результатів, яких в наслідок організації освітнього процесу необхідно прагнути досягнути. Зокрема освітній процес має позитивно вплинути на формування наукової картини світу учня, сприяти формуванню дослідницької компетентності, наукового типу мислення та навичок 4К (критичне мислення, комунікація, колективна робота та креативність).

Оцінювальний елемент ІОС з основ ДЗЗ передбачає формування критеріїв та показників для дослідження динаміки розвитку дослідницької компетентності учнів та тенденцій професійного зростання педагогів у територіальних відділеннях МАНУ. Загалом впровадження ІОС з основ ДЗЗ має сприяти створенню умов для подальшого свого впровадження та розвитку в освітньому процесі МАНУ.

Отже ми визначили, що до змісту ІОС з основ ДЗЗ віднесено: змістово-процесуальний компонент (дидактико-методичний блок та організаційно-процесуальний блок), технічний, технологічний, цілепокладальний і оцінювальний відповідно до розроблених комплексів ІОС з основ ДЗЗ.

Комплекс «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

Термін «комплекс» використовується на позначення предметів, явищ, дій, властивостей, що становлять одне ціле [223], схоже означення знаходимо у тлумачному словнику «сукупність предметів, пристроїв програм, явищ, дій, властивостей, що становлять одне ціле» [59, с. 561]. Ми використовуємо термін комплекс у нашому дослідженні з метою систематизувати методичні матеріали, курси для освітян, освітні проєкти для учнів в один блок, оскільки

вони об'єднанні спільним рівнем методики «Основи ДЗЗ», залученістю учнів та освітян, які мають відносно однаковий рівень володіння технологіями ДЗЗ та ГС, та мають спільну мету – сформувати базове розуміння фізичних основ ДЗЗ.

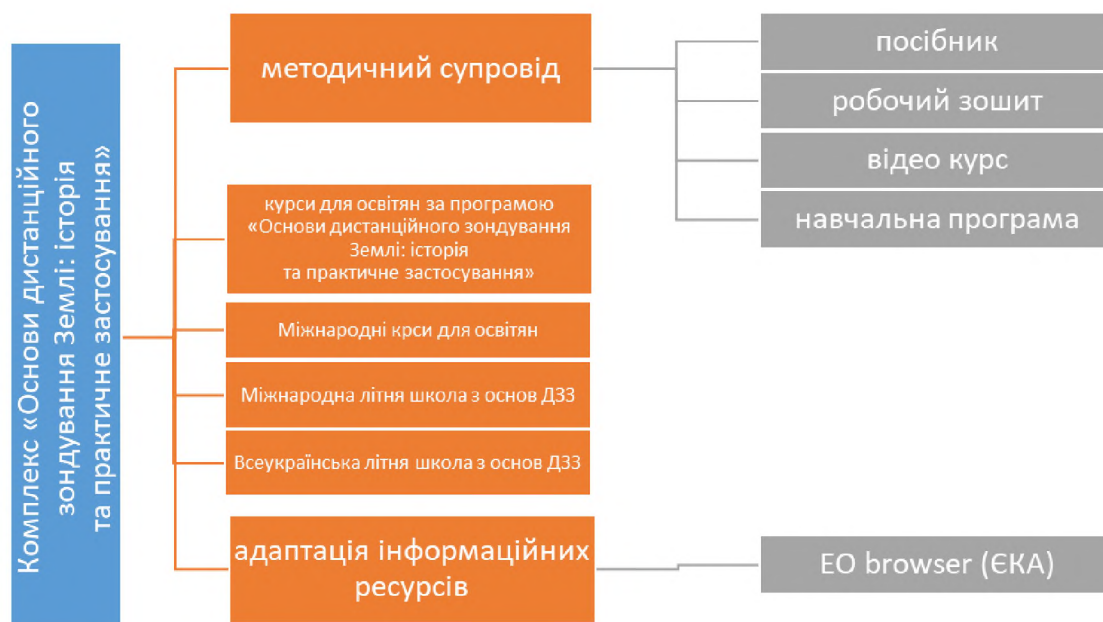


Рис.1 Структура комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

Цей комплекс розрахований на початковий рівень розуміння основ ДЗЗ, тому він оптимально підходить для освітян, які тільки починають працювати із даними супутникового моніторингу Землі і хочуть поглиблювати свої знання в цієї сфери.

Один з ключових ресурсів цього комплексу є хмарний сервіс – EO Browser (Європейського космічного агентства), тому переклад його функціоналу українською мовою, став для нашого дослідження важливим фактором для подальшого масштабування ІОС з основДЗЗ.

Отже, комплекс складається із таких заходів: курси для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», які ми проводимо з 2021 року. Програма цього курсу розрахована на початковий рівень ознайомлення та володіння технологіями

ДЗЗ; Міжнародні курси для освітян, де вчителі природничих дисциплін мають можливість спільно підвищувати кваліфікацію та проводити спільні групові дослідження з освітянами шкіл з інших країн. Програма цього проєкту головною мірою базується на методичному рівні цього комплексу; Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, де учні з різних регіонів України мають можливість навчатися та проводити різноматичні групові дослідження під час інтенсивного курсу. Програма проєкту має теоретичну (базується на посібнику) та практичну (базується на робочому зошиті) частини; Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ, де українські учні мають можливість навчатися та проводити спільні групові дослідження разом з учнями з інших країн.

Об'єднуючим фактором цього комплексу є спільний рівень методики «Основи дистанційного зондування Землі» – «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», до якого входять: посібник (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист від 24.05.19 р. №1/11–4919), робочий зошит (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «МАНУ» (протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)), навчальна програма (Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0013-2023) та відеокурс (Див. Додатки А, Б, В)

Комплекс «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах».

Комплекс «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах» має на меті – сформувати базове розуміння можливостей аналізу геоданих у середовищі ГІС.



Рис.2 Структура комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах»

Цей комплекс розрахований на базовий рівень розуміння основ ГІС, тому він оптимально підходить для освітян, які уже пройшли попередній рівень методики «Основи дистанційного зондування Землі» (в ньому є елементи ГІС), розуміють фізичні основи ДЗЗ (діапазони електромагнітного знімання, типи даних, типи супутникового знімання, характеристики супутникового знімка, комбінація каналів знімка та робота з індексними зображеннями тощо) створення супутникового знімка та роботи з каналами супутникового зображення й виявляють бажання поглиблювати свої знання та навички роботи (обробки, аналізу тощо) із даними супутникового моніторингу Землі у професійних ГІС.

Цей комплекс побудований на використанні програмних продуктів Quantum GIS (з відкритим кодом) та ArcGIS Online (комерційний програмний продукт від ESRI). Обидва цих продукти мають україномовний інтерфейс (інтегрований автоматичних переклад українською мовою) і обидві компанії розробники займають лідируючі позиції в світі щодо капіталу у сфері

розробки та використання ГІС. Це дає змогу навчати учнів та знайомити освітян із найсучаснішими і найпопулярнішими ГІС середовищами.

Цей комплекс включає в себе курси для освітян за програмою «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах» які ми організуємо з 2021 року і більшою мірою націлені на керівників секцій «ГІС та ДЗЗ», педагогічних та наукових керівників дослідницьких робіт учнів секції; апробаційні курси за темами «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ». Після завершення апробації та внесення правок згідно рекомендацій від учасників курсів, вони увійдуть у робочий зошит цього комплексу.

Також в цьому комплексі використано програмний продукт Giovanni NASA, який є інтегральним між сферою ГІС та ДЗЗ. В ньому неможна завантажити чи побачити «сирі» супутникові знімки, проте геодані із знімків в ньому систематизовані та згруповані за темами, просторовим та темпоральним розрізненнями, джерелами даних (супутникові місії) тощо.

Об'єднуючим фактором цього комплексу є спільний рівень методики «Основи ДЗЗ» – «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», до якого входять: посібник (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «МАНУ» (протокол № 3 від 15 жовтня 2020 р.), робочий зошит (Рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «МАНУ» (протокол № 2 від 16 червня 2021 р.), навчальна програма (Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0027-2023) та відеокурс (Див. Додатки Г, Г, Д).

Комплекс «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine»

Комплекс «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» має на меті – сформувати комплексне розуміння можливостей поєднання середовищ збереження колекцій даних

супутникового моніторингу Землі з ГІС на основі хмарного сервісу Google Earth Engine.

Сьогодні це один із найпотужніших сервісів для роботи з геоданими, який містить більше 50 петабайт інформації зібраної за останні майже 40 років. Супутникові знімки місій НАСА, Європейського космічного агентства, десятки комерційних місій, широкий функціонал середовища ГІС, усе це поєднує Google Earth Engine, додатково з можливістю використовувати обчислювальні потужності компанії Google.

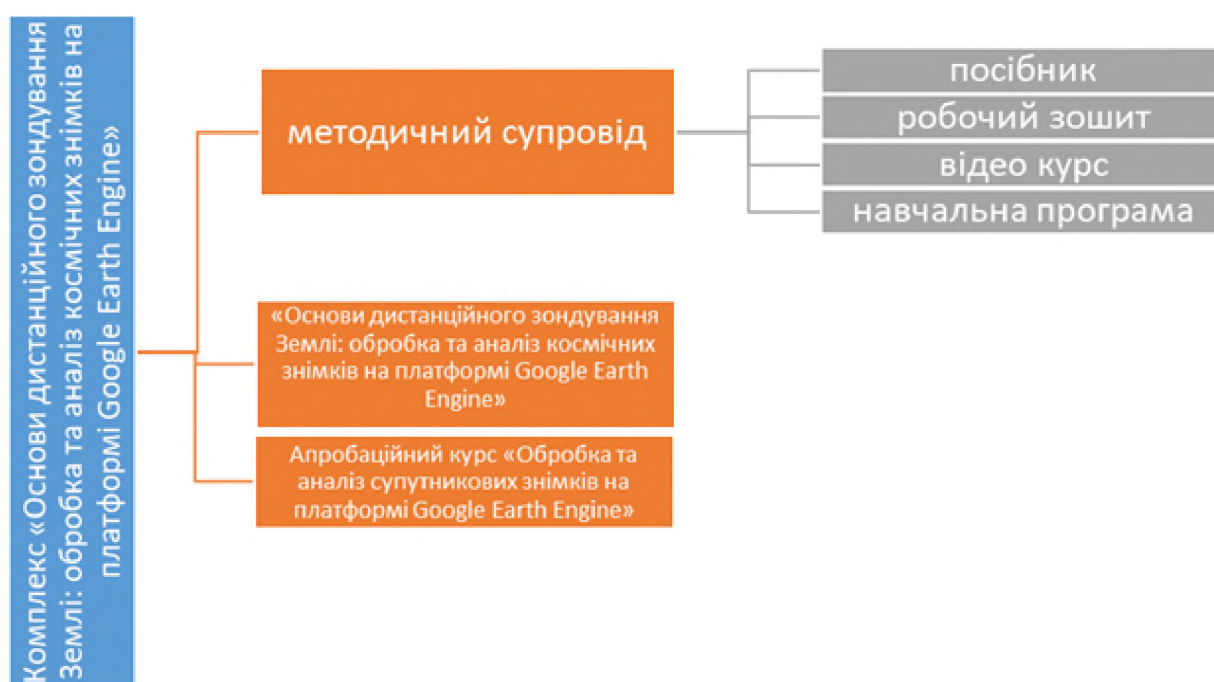


Рис.3 Структура комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine»

Цей комплекс розрахований на професійний рівень розуміння основ ДЗЗ та ГІС, тому він оптимально підходить для освітян, які уже пройшли попередні два рівні методики «Основи ДЗЗ», розуміють фізичні основи створення супутникового знімка та роботи з каналами супутникового зображення, алгоритми та функціональні можливості середовища ГІС й

виявляють бажання поглиблювати свої знання та навички з аналізу супутникових знімків у професійних хмарних середовищах.

Весь комплекс побудований на використанні хмарного сервісу від компанії Google – Google Earth Engine, який надає вільний доступ до більшості даних супутникового моніторингу Землі, які структуровані у набори даних, для зручності фільтрації, сортування та аналізу даних. Для роботи у хмарному сервісі необхідно володіти базовим синтаксисом мови програмування JavaScript (ми використовуємо її у розробці наших методичних матеріалів) або Python.

Мова програмування з одного боку викликає деякі складності в опануванні цього курсу, оскільки більшість освітян і керівників секції не мають практики програмування, проте з іншого боку функціонал обробки та аналізу геоданих обмежується лише володінням мовою програмування та розумінням алгоритму постановки задач хмарному сервісу. Також в нашому дослідженні це найвищий рівень методики «Основи ДЗЗ», яким має володіти керівник секції «ГІС та ДЗЗ», аби мати змогу надавати учням технічну підтримку найефективнішими ресурсами в організації дослідницької діяльності.

Цей комплекс включає в себе курси для освітян за програмою «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» які ми організуємо з січня 2024 року; апробаційний курс за темою «Обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine», який ми організували перед укладанням методичного забезпечення комплексу.

Об'єднуючим фактором цього комплексу є спільний рівень методики «Основи ДЗЗ» – «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine», до якого входять: посібник (рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «МАНУ» протокол № 4 від 27 вересня 2023 р.), робочий зошит (рекомендовано науково-методичною радою Національного центру «МАНУ» протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.),

навчальна програма (zareєстровано у Каталозі надання грифів навчальній літературі та навчальним програмам за № 8.0089-2023) та відеокурс (Див. Додатки Е, Є, Ж).

2.4. Перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі Малої академії наук України

Використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі сприяють його осучасненню, через використання ІТ. МАНУ, як заклад позашкільної освіти, має відповідні можливості із впровадження інноваційних методик та технологій в освітній процес. Це стимулює підвищення інтересу учнів до освітнього процесу, розвиває їх аналітичні здібності й критичне мислення. Учні отримують можливість працювати з реальними, актуальними та глобальними даними, що робить навчання більш захоплюючим та практико-орієнтованим. Впровадження супутникового моніторингу Землі сприяє підвищенню кваліфікації педагогів, через інтеграцію новітніх технологій в освітній процес. Інтеграція супутникових даних в освітній процес дозволяє учням краще зрозуміти глобальні виклики, такі як глобальні зміни клімату та екологічні проблеми, та розглядати їх у контексті своєї територіальної громади. Це також сприяє вибору учнів майбутньої кар'єри пов'язаної з ІТ та STEM.

Система МАНУ, як сприятливе середовище для впровадження інновацій має декілька перспективно-прогностичні напрямів впровадження даних супутникового моніторингу Землі, зокрема:

Музеї науки. Одним з наукових напрямків, якими опікується МАНУ – створення музеїв, відкритих для активного дослідження, це середовище де учні можуть експериментувати без остраху, оскільки усі експонати розраховані на активне використання, дослідження учнями. У цьому контексті доцільно створити експонати – прототипи штучного супутника

Землі, які знімають в ультрафіолетовому, радіолокаційному, видимому, інфрачервоному тощо діапазонах електромагнітного спектра, а також експонат, який наочно демонструє фізику комбінації каналів електромагнітного спектра, і які явища та процеси можна за ними досліджувати. Також у музеї можна за допомогою експоната-конструктора сформувати уявлення про структурні компоненти тих супутників, які учні найбільше використовують в освітньому процесі (наприклад Sentinel 2 та Landsat 9). Окремий напрям, який, на нашу думку, варто розвивати в музеї науки, в контексті впровадження технологій супутникового моніторингу Землі – гейміфікація освітнього процесу. До типів ігор, які можна використовувати можна віднести: дешифрування супутникового знімка у порівнянні з топографічними картами, визначення просторового розрізнення супутникового знімання за можливістю ідентифікації об'єктів, окреслення можливих шляхів розвитку процесів та наслідків глобальних змін клімату через ретроспективу їх розвитку за супутниковими знімками тощо. Окремим напрямком у музеї науки може слугувати арт-виставки супутникових знімків, які демонструють естетику природніх та антропогенних ландшафтів з висоти космосу, а також глобальність та масштабність природніх катастроф і наслідків глобального потепління. Можливість супутникового моніторингу Землі знімати у різних діапазонах електромагнітного спектра, поза природними кольорами, дає можливість підсвітити ті процеси і явища, які людина не може побачити на власні, очі, зокрема: забруднення атмосферного повітря, вегетаційні процеси, зміну біомаси чи вмісту в рослинах вологості тощо.

Вивчення змін клімату. Супутниковий моніторинг Землі дозволяє отримувати дані про зміни клімату, вивчати погодні явища та їх вплив на екосистему. Ці дані можуть стати основою для міждисциплінарних досліджень, спрямованих на вивчення, прогнозування та пошук шляхів боротьби з їх причинами та адаптації до глобальних змін клімату. Сьогодні це одна з найважливіших тем декількох відділень МАНУ зокрема наук про

Землю, екології та аграрних наук та економіки. Тому доцільно об'єднувати дослідницькі зусилля з вивчення глобальних змін клімату за декількома науковими напрямками, дані ДЗЗ можуть бути об'єднуючим чинником спільних досліджень. Оскільки є джерелом даних про стан географічної оболонки для різних наукових дисциплін, об'єктом вивчення яких є навколишнє середовище. Для цього напрямку впровадження даних ДЗЗ в освітній процес можливими векторами є: вивчення ретроспективи, сучасного стану та тенденцій розвитку глобальних змін клімату.

Безумовно важливим фактором формування кліматичної грамотності учнів інструментами ДЗЗ є можливість отримання даних, які безпосередньо складають дослідницький інтерес самого учня. Тобто сервіси, в тому числі освітні, дають доступ не лише до визначених наперед даних, а до усього спектру даних супутникового моніторингу Землі, який є у відкритому доступі. Також, учень має можливість отримати архівні і сучасні дані безпосередньо на територію свого проживання (країна, область, територіальна громада, населений пункт тощо), що уможлиблює реалізацію краєзнавчого принципу навчання та підвищує мотивацію учня до дослідницької діяльності, оскільки вона актуальна персонально для учня. Моніторинг військових дій. Супутникові знімки дають можливість аналізувати геодані з тимчасово окупованих територій, територій де ведуться активні бойові дії чи з територій, які заміновані вибухонебезпечними предметами. Ці дані особливо цінні для науковців, оскільки дають можливість аналізувати теперішній стан екосистем, які потерпають від військових дій. Також така діяльність учнів позитивно впливає на формування громадянської компетентності та формування громадянського суспільства.

Сільськогосподарські дослідження. Україна одна з найбагатших країн світу з позиції земельних ресурсів (чорноземи), агробізнес вносить левову частку податків в нашу економіку, тому використання даних супутникового моніторингу Землі в сфері сільського господарства є актуальним і, скоріше

за все, залишиться такими в майбутньому. Супутниковий моніторинг дозволяє слідкувати за станом сільськогосподарських угідь, виявляти проблеми та розробляти ефективні методи управління ресурсами. Дані ДЗЗ у поєднанні з ГІС дозволяють оптимізувати ресурси і виробничі потужності галузі для підвищення рентабельності сільськогосподарської діяльності. Важливим чинником є те, що практично усі моніторингові місії, результати, яких сьогодні знаходяться у відкритому доступі, мають можливість знімати в інфрачервоному діапазоні електромагнітного спектра, що дозволяє ідентифікувати розвиток біомаси через активність хлорофілу в рослинах. Точність таких досліджень залежить від просторового та темпорального розрізнення супутникового знімання, проте наявність таких даних дає можливість на основі багаторічних досліджень ідентифікувати площі, які сільськогосподарських культур, які, наприклад, стабільно дають поганий урожай. За допомогою ГІС можна враховуючи набір вихідних даних (крутизна схилу, тип ґрунтового покриву, середньомісячна кількість опадів, тип та вид сільськогосподарських культур) автоматизувати пошук оптимальних площ для сільськогосподарської діяльності.

Розвиток STEM-освіти. У МАНУ однією з перших в Україні була відкрита лабораторія STEM-освіти. Використання технологій ДЗЗ створює сприятливе середовище для міждисциплінарних досліджень. Супутниковий моніторинг вимагає аналізу великих обсягів даних, виявлення закономірностей та розв'язання складних проблем. Це стимулює учнів до розвитку критичного мислення, аналітичних навичок та проблемного підходу до розв'язання завдань. Також для аналізу геоданих та створення електронних карт, окрім власне технологій необхідні базові знання з математики.

Геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії. Використання супутникових даних сприяє геопросторовому плануванню та аналізу. Учні можуть створювати базу геоданих, вивчати та аналізувати просторові закономірності

розміщення об'єктів інфраструктури, урбанізаційні процеси тощо ефективно використовуючи при цьому дані супутникового моніторингу та ГІС середовища. Створення бази даних пошкоджених, зруйнованих об'єктів житлового фонду, цивільної інфраструктури тощо, дає можливість сприяти формуванню громадянської компетентності учня, залучати учнів до процесу збору, класифікації та систематизації свідчень військових злочинів проти нашої країни. Співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями. МАНУ може стати платформою для співпраці з науковими установами, громадськими організаціями та підприємствами, які зацікавлені в використанні даних супутникового моніторингу. Це дозволить учням отримати практичний досвід, а також проводити дослідницьку роботу у співпраці з цими організаціями. Окрім того потенціал, який є сьогодні: мережа секцій «ГІС та ДЗЗ», в кожній з них навчається від 10 до 20 учнів, налагоджена співпраця з профільними структурними підрозділами закладів вищої освіти та інститутів НАНУ, створює сприятливий ґрунт для проведення більш комплексних досліджень та створення баз даних.

Отже ми розглянули декілька перспективно-прогностичних напрямів впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ, зокрема через: музеї науки; вивчення змін клімату; моніторинг військових дій; сільськогосподарські дослідження; розвиток STEM-освіти; геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії; співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II

Окреслено методику дослідження ІОС з основ ДЗЗ як освітньо-наукової інновації; визначено сутність та зміст ІОС з основ ДЗЗ; описано перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ.

Окреслено методику дослідження ІОС з основ ДЗЗ через етапи впровадження освітньо-наукової інновації, зокрема: виявлення суперечності (між об'єктивною необхідністю впроваджувати нові напрями освітньо-наукової інновації в практику МАНУ та рівнем теоретичного розроблення цієї теми; між закордонним досвідом впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес шкільного рівня і українським; між запитом освітянської спільноти до використання технологій ДЗЗ та рівнем розробленості методичних матеріалів; між готовністю та зацікавленістю учнів використовувати технології ДЗЗ та рівнем організації такої діяльності в МАНУ). Зародження ідеї спричинена об'єктивно наявністю певних передумов (технічні: хмарні сервіси з відкритим доступом до даних: EO Browser, Copernicus Browser, Google Earth Engine, Giovanni NASA тощо, програмні ГІС середовища з відкритим кодом – Quantum GIS; методичні: розробка сервісів, проєктів та програм для шкільної освіти фахівцями ЄКА та НАСА, створення відповідних центрів освіти; організаційні: сприятливе середовище в структурі МАНУ для впровадження освітньо-наукової інновації. Розробка інновації: розробка курсу «Основи ДЗЗ». Апробація інновації: з 2017 по 2019 роки організовано очні семінари для вчителів міста Києва за програмою «Основи ДЗЗ». Перевірка ефективності інновації: аналіз анкет освітян, щодо участі у курсі «Основи ДЗЗ». Корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу – розробка моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ. Масштабування – впровадження моделі ІОС з основ ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ; проведення педагогічного експерименту; створення 14 нових секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних

відділеннях МАНУ. Перевірка ефективності інновації у масштабуванні: дослідження динаміки розвитку дослідницької компетентності учнів та тенденцій професійного зростання педагогів у територіальних відділеннях МАНУ. Удосконалення інновації – потенціал до розширення мережі секцій ГІС та ДЗЗ у територіальних відділеннях МАНУ, організація апробаційних курсів для удосконалення дидактико-методичного блоку. Органічна інтеграція або стагнація – удосконалення уже не є можливим, або має передбачуваний характер.

Визначено, що сутністю ІОС з основ ДЗЗ є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти. Уточнено визначення наукової освіти як освітньої концепції, яка націлена на синергію освіти і науки і базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня. Стратегічними цілями такої освіти виступають: виховання науково грамотних і відповідальних громадян, а також підготовка нової генерації науковців, новаторів та винахідників. Завданнями наукової освіти є розвиток дослідницької компетентності та формування навичок 4К (критичне мислення, креативність, комунікація та колективна робота). Освітній процес побудований на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня. Зміст навчання характеризується: міждисциплінарністю (синергія природничих, технічних та гуманітарних наук), системністю, орієнтованістю на інтереси та практичні потреби учня. Формами організації освітнього процесу є: індивідуальна, групова та колективна робота. Головними методами наукової освіти виступають дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна

діяльність. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми та проблеми дослідження. Умовно наукову освіту можна розглядати як трикомпонентну систему, що складається з цілеспрямованої дослідницької діяльності учня, вивчення історії науки, та популяризації наукового знання. Під науковою грамотністю ми розуміємо як якісну ознаку мисленнєвої так і практичної діяльності учня з метою аргументованого, логічного, критичного розуміння й усвідомленого оцінювання дійсності. Наукова грамотність формується в тому числі через системні учнівські дослідження і як наслідок розвивається механізм розуміння причинно-наслідкових зв'язків між прийнятим рішенням і можливими варіантами розвитку подій.

До змісту інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі віднесено обов'язкові структурні елементи системи, які зібрані у комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», який складається з курсу для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», Міжнародних курсів для освітян, Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ; Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ та посібника, робочого зошита, навчальної програми й відеокурсу першого рівня методики «Основи ДЗЗ». Комплекс «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах» складається з курсу для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», апробаційних курсів за темами «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ» та посібника, робочого зошита, навчальної програми й відеокурсу другого рівня методики «Основи ДЗЗ». Комплекс «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» складається з курсу для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» та апробаційного курсу за цією ж темою.

Окреслено декілька перспективно-прогностичних напрямів впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ,

зокрема через: музеї науки; вивчення змін клімату; моніторинг військових дій; сільськогосподарські дослідження; розвиток STEM-освіти; геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії; співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями

Основні наукові положення розділу 2 висвітлено в опублікованих працях автора [3, 7, 8, 9, 10, 28, 29].

РОЗДІЛ III. МОДЕЛЮВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В МАЛІЙ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

3.1. Блоки-модулі моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі

Моделювання процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ умовно складається з декількох блоків: теоретичний (цілепокладальний, методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти, окремо визначено передумови та організаційно-педагогічні умови), практичний (структурні компоненти та етапи впровадження освітньо-наукової інновації - ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ та географія її впровадження), результуючий (дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ та як результат: створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі Малої академії наук України) (див. рис.4). Створення моделі було здійснено у відповідності до запиту на використання даних ДЗЗ в природничій освіті МАНУ. Метою створення моделі є теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ, відповідно до мети окреслено завдання. Концептуально процес практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі Малої академії наук України ґрунтується на концепції наукової освіти освіти – освітня концепція націлена на синергію освіти і науки, що базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів.

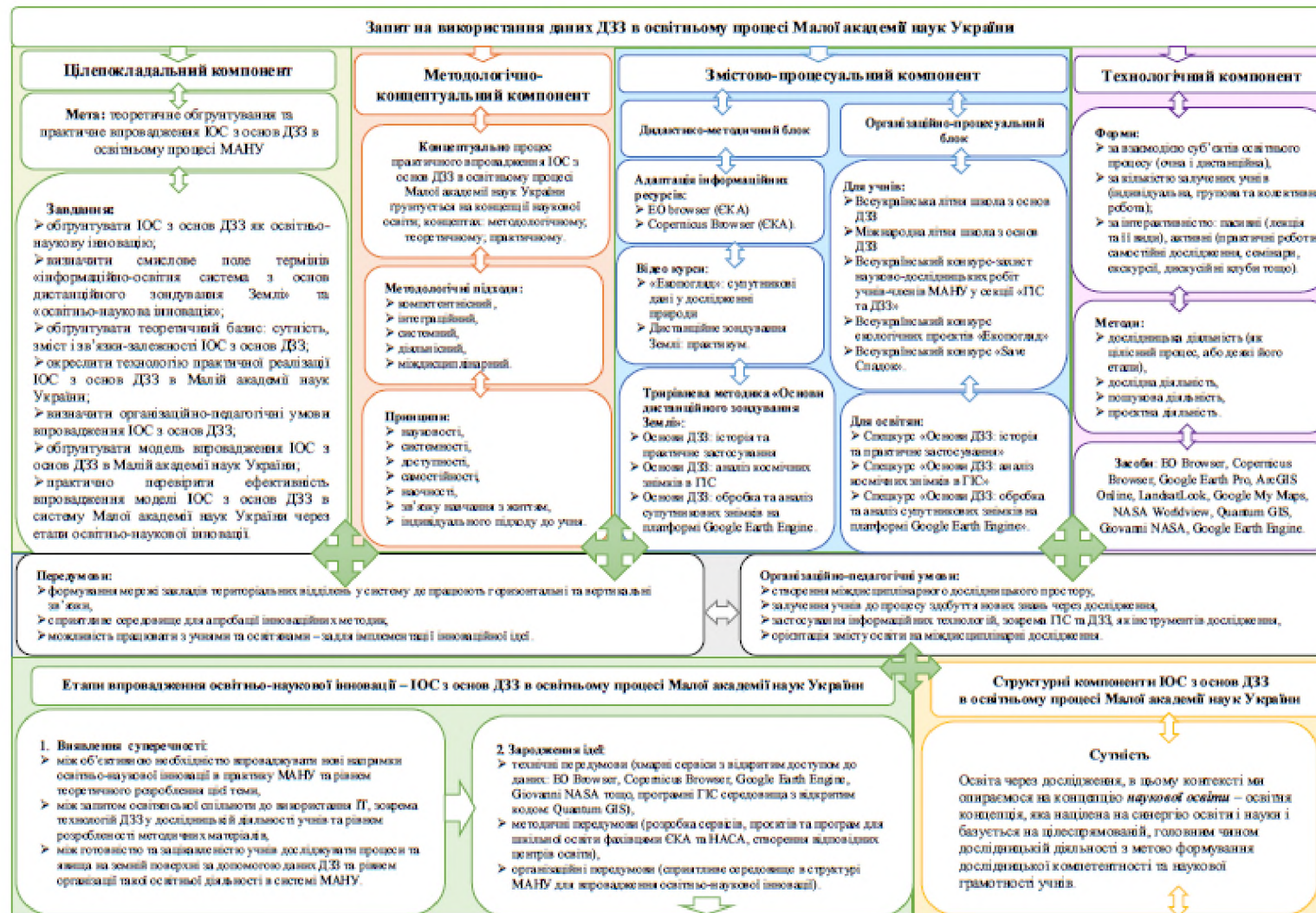
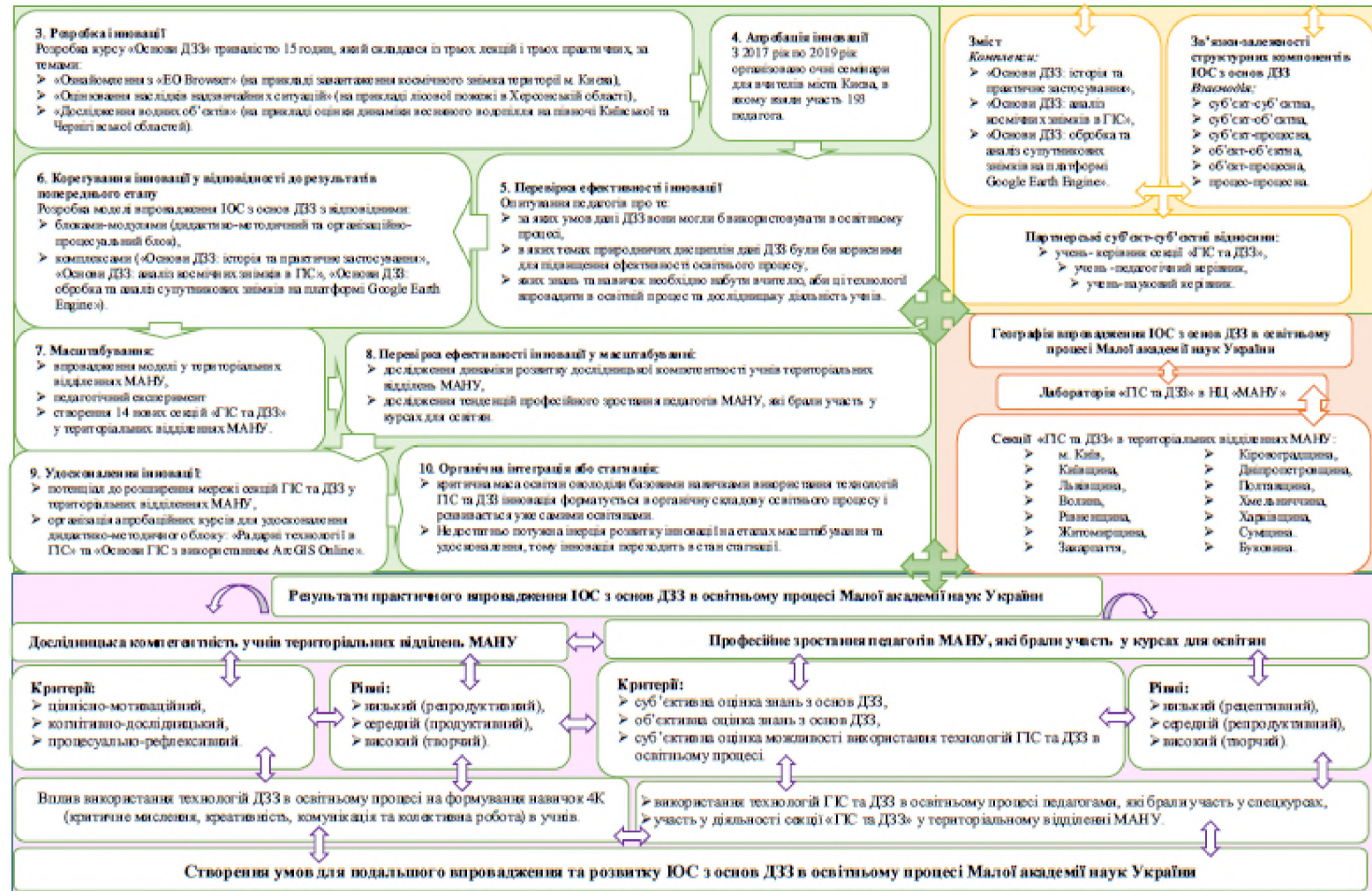


Рис.4 Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ



Продовження рис.4 Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ

Засобами такого освітнього процесу є застосування сукупності наукових методів у процесі дослідження з метою здобуття нових знань, формування наукового типу мислення та розширення і поглиблення наукової картини світу враховуючи вікові та індивідуальні особливості учня [21]. Стратегічними цілями такої освіти виступають: виховання науково грамотних і відповідальних громадян, а також підготовка нової генерації науковців, новаторів та винахідників (детальніше у п. 2.2.).

ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ побудовано на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня (детальніше у п. 4.2). Із врахуванням таких підходів, як діяльнісний (зосередження уваги на діях і діяльності учнів та освітян, які спрямовані на організацію дослідницької діяльності учня з використанням технологій ГІС та ДЗЗ) та інтеграційний (ми розгадаємо ГІС та ДЗЗ як інструментарій для міждисциплінарних досліджень, які зокрема поєднують знання з географії, екології, історії, фізики, математики, програмування тощо, компетентнісний (використання технологій ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності учнів впливає на формування їх дослідницької компетентності, а також впливає на формування в учнів компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій, інформаційно-комунікаційної та екологічної компетентності), системний (виражається через взаємопов'язані і взаємозалежні елементи освітнього процесу, зокрема: суб'єкти освітнього процесу, дані, інформаційні технології, інформаційні ресурси, методичний та процесуальний компонент тощо).

Змістово-процесуальний компонент складається із дидактико-методичного блоку (адаптація інформаційних ресурсів, укладання відео курсів та трирівневої методики «Основи ДЗЗ») та організаційно-процесуального блоку (складається із освітніх та конкурсних заходів для учнів та курсів для освітян). До технологічного компоненту віднесено методи, форми та засоби освітнього процесу. Окреслено головні методи

(дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність), форми (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна; за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота; за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо) та засоби (Засоби: Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA, Google Earth Engine) організації освітнього процесу під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ (детальніше у п. 4.4.).

Ми визначаємо, що до організаційно-педагогічних умов відноситься: створення міждисциплінарного дослідницького простору, залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження, застосування ІТ, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження та орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження (детальніше у п. 1.5.).

У дослідженні визначено і описано десять етапів впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ: виявлення суперечності, зародження ідеї, розробка інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, масштабування, удосконалення інновації та органічна інтеграція або стагнація (детальніше у п. 5.1.)

Окреслено структурні компоненти ІОС з основ ДЗЗ, зокрема визначено, що сутністю ІОС є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти. Змістовими компонентами є комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» (детальніше в п. 2.3.). Зв'язки-залежності структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ описані через типи взаємодій: суб'єкт-суб'єктну, суб'єкт-об'єктну, суб'єкт-процесну,

об'єкт-об'єкту, об'єкт-процесу та процес-процесна (детальніше в п. 3.2.). В моделі виокремлено Партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини за такими типами взаємодії: учень- керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень -педагогічний керівник,

та учень-науковий керівник. Окреслено географія впровадження ІОС з основ ДЗЗ, яка охоплює 14 територіальних відділень МАНУ.

Результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ є формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів. В нашому дослідженні через педагогічний експеримент ми перевіряємо формування дослідницької компетентності учнів МАНУ через участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ за ціннісно-мотиваційним, когнітивно-дослідницьким та процесуально-рефлексивним критеріями (детальніше у п. 5.2.). А також результатом є професійне зростання педагогів МАНУ, які брали участь у спецкурсах лабораторії «ГІС та ДЗЗ», ми перевіряємо його через такі критерії: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ, об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ, суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі (детальніше у п. 5.3.).

В сукупності усі заходи із впровадження ІОС з основ ДЗЗ сприяють тому, аби створити нову спільноту із учасників освітнього процесу які зацікавлені та використовують дані супутникового моніторингу Землі, це виражається через зокрема через розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях Малої академії наук України та створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі Малої академії наук України (детальніше у п. 4.5.).

Розробка та впровадження дидактико-методичного блоку моделі

Методичний блок впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ розробляється, апробується і впроваджується МАНУ, зокрема через лабораторію «ГІС та ДЗЗ», яку очолює авторка. Головними компонентами блоку є: трирівнева методика «Основи ДЗЗ», відео-курси, апробаційні методики та адаптація інформаційних ресурсів.

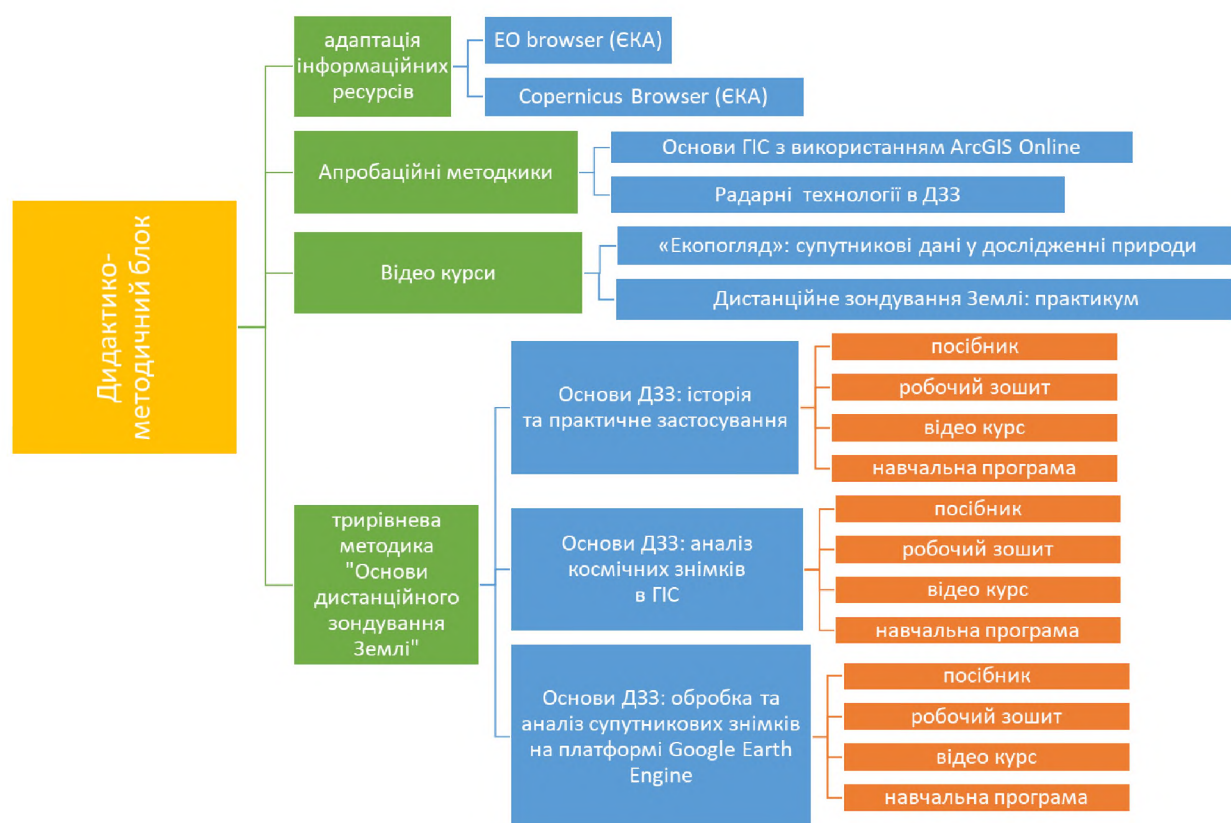


Рис.5 Структура дидактико-методичного блоку

Трирівнева методика «Основи ДЗЗ» складається з рівнів: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Рівні розроблені за принципом від простішого до складнішого, де кожен наступний рівень враховує знання, які здобуті на

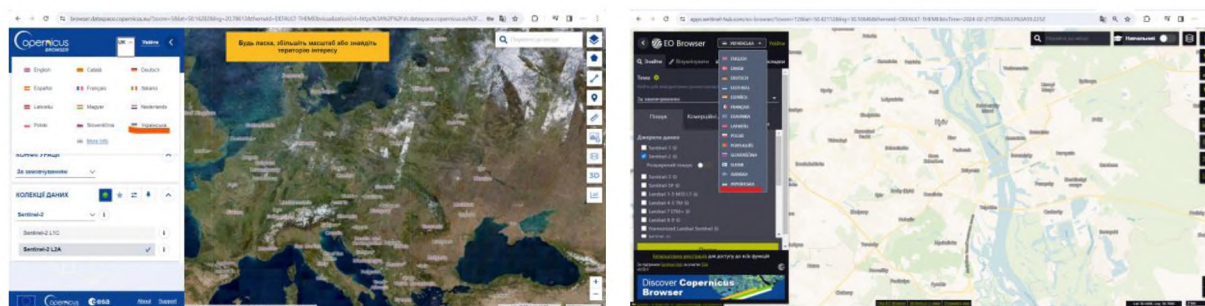
попередньому. Кожен з рівнів містить: посібник, робочий зошит, відео курс та навчальну програму також презентації до кожної теми робочого зошита. На першому рівні розглянуто можливість аналізу даних супутникового моніторингу Землі у таких сервісах: Eo browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps та NASA Worldview; на другому рівні у професійних ГІС: Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA; на третьому рівні у хмарному сервісу Google Earth Engine за допомогою мови програмування JavaScript. Посібники та робочі зошити рекомендовані до використання в освітньому процесі методичною радою Національного центру «Мала академія наук України», і також міжнародними організаціями Sentinel Hub, Quantum GIS та Google відповідно до рівня (оприлюднені на сайтах організацій), навчальні програми рекомендовані Міністерством освіти і науки України. Про трирівневу методику «Основи дистанційного зондування Землі» детально описано в цьому пункті нижче.

Відео-курси – освітній відео контент, який ми публікували на освітній платформі МАНУ, як додатковий матеріал для учасників Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд» та учнів секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ. Перший відео-курс «Дистанційне зондування Землі: практикум» [102], складається із 18 відеороликів, які присвячені практичним прикладам, щодо використання ресурсів Eo browser, ArcGIS Online, Landsat Look та Google My Maps в екологічних дослідженнях. Теми для дослідження обиралися і відповідності до тем першого робочого зошита, і можуть використовуватися на заняттях секції «ГІС та ДЗЗ» за цим рівнем («Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»).

Курс «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи» [114], складається із 20 відеороликів, які згруповані у 5 блоків: знайомство із дистанційним зондуванням Землі; робота у ресурсі Eo browser; робота у ресурсі Google Earth Pro; робота у ресурсі NASA Giovanni; робота у ресурсі NASA Worldview. Суть першого блоку – сформулювати уявлення про фізику дистанційного знімання Землі, суть електромагнітного випромінювання,

канали (діапазони електромагнітного випромінювання) супутникового знімання та мотивувати учнів досліджувати стан природи за супутниковими знімками. Наступні блоки присвячені вивченню трьох і більше практичних прикладів для кожного з ресурсів окремо. Таким чином учні формують розуміння, який із ресурсів їм корисніший для подальшого вивчення. Курс задуманий таким чином, аби допомогти потенційним учасникам, які не навчаються в секції «ГІС та ДЗЗ», підготувати екологічний проєкт для участі у Всеукраїнському конкурсі «Екопогляд».

Проблема адаптації інформаційних ресурсів пов'язана з мовою. Усі ресурси, які ми використовуємо в освітньому процесі мають англomовний інтерфейс, що ускладнює роботу з ними. Тому важливим напрямком нашої роботи є співпраця з розробниками ресурсів і переклад їх функціоналу українською мовою. Станом на лютий 2024 року ми переклали два ресурси Європейського космічного агентства українською, зокрема EO browser [305] та Copernicus Browser [282]. Робота з перекладом продовжується, оскільки функціонал розробники – розширюють.



а

б

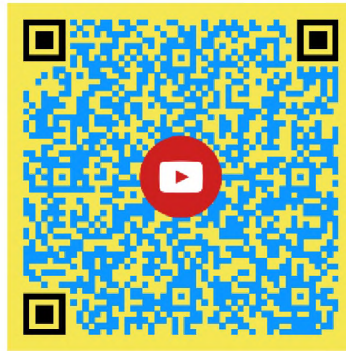
*Рис.6. Інтерфейс ресурсів з україномовним інтерфейсом,
а- EO browser б- Copernicus Browser*

Апробаційні методики, зокрема «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» (2022-2024 роки) та «Радарні технології в ДЗЗ» (2023-2024 роки) ми організуємо для того, щоб визначити чи цікавий цей напрям для освітян (проводимо опитування та інтерв'ю учасників до та після апробаційних курсів). Якщо курс освітянам корисний, ми його додаємо до трирівневої

методики «Основи дистанційного зондування Землі». Тобто це спосіб для пошуку ефективних шляхів оновлення нашої методики.

***Рівень «Основи дистанційного зондування Землі:
історія та практичне застосування»***

Методичний блок «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» розроблений з та впроваджений в освітню діяльність системи МАНУ як перший рівень знайомства з методикою «Основи ДЗЗ». Методичний блок складається з: посібника [184], робочого зошита [183] відео супроводу (див рис.) та навчальної програми [7].



*Рис.7 Qr-код з посиланням на відеосупровід до методичного блоку
«Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»*

Цей методичний блок ми починали розробляти з 2017 року. Головними вимогами, які стояли перед авторським колективом були: доступність – навчальний матеріал укладений для розуміння учнями середньої школи, без попереднього ознайомлення з основами ГІС та ДЗЗ, наочність – максимально візуалізувати процеси створення супутникового знімання Землі, аби сформувані відповідні уявлення, аналогія – ті процеси, які важко пояснити, або візуалізувати краще описувати використовуючи аналогію з повсякденного життя, практичність знань – для формування практичних навичок використання даних супутникового моніторингу Землі в повсякденному житті ми використовували прийом – «Ситуація» – за основу

беремо реальну й актуальну ситуацію із засобів масової інформації, де б було описано екологічну проблему, надзвичайну ситуацію, наслідки глобальних змін клімату тощо, акцентуємо як ця ситуація впливає на нашу країну, регіон, чи населений пункт де проживають учасники освітнього процесу і оформлюємо у вигляді «Завдання», як можна за даними супутникового моніторингу Землі спостерігати, досліджувати чи перевіряти достовірність інформацію із описаної ситуації. Такий алгоритм дозволяє сформувати знання, які максимально прив'язані до реального життя, оскільки саме так і може відбуватися процес використання даних ДЗЗ в дорослому житті: є інформація, яку за даними супутникового моніторингу Землі можна перевірити, аби підтвердити чи спростувати дані з джерела інформації.

Посібник – укладений аби сформувати теоретичне розуміння про фізичні основи ДЗЗ. Інформація структурована у 4 розділи: «Історія дистанційного зондування Землі», «Фізичні основи дистанційного зондування Землі», «Основи дешифрування та інтерпретації знімків» та «Сфери застосування дистанційного зондування Землі».



Рис.8 Титульна сторінка посібника «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»

У першому розділі інформація розділена на три умовні блоки – історія розвитку до і супутникового знімання Землі, стан сфери ДЗЗ в Україні та роль

міжнародних організацій у створенні спільноти та поширенні ідей важливості даних супутникового моніторингу Землі. Другий розділ укладений, з метою сформуванню уявлення про зв'язок термінів «енергія», «електромагнітний спектр» та «електромагнітні хвилі» – розуміння цих явищ та процесів є ключовими для формування уявлень про фізичні основи ДЗЗ. На основі розуміння цих явищ та процесів ґрунтується пояснення про відбивання та поглинання різних діапазонів електромагнітного спектру певними об'єктами.

Також важливим компонентом у цьому розділі є сформуванню розуміння обмежень інформації, які ми сприймаємо органами чуття, зокрема зором. Око бачить лише видиму частину електромагнітного спектру, проте «за кадром» залишається величезний масив інформації, яку наприклад бачать деякі тварини (змії можуть ідентифікувати інформацію з інфрачервоного діапазону електромагнітного спектра, папуги та бджоди – в ультрафіолетовому тощо). Це розуміння важливо сформуванню на початку знайомства з фізичними основами ДЗЗ, оскільки ШСЗ збирають інформацію про стан нашої планети в різних діапазонах електромагнітного спектра, тому дозволяють побачити досліднику більше ніж би він міг побачити «на власні очі». Більше того дослідник може накладати діапазони електромагнітного спектру один на одного, а також комбінувати їх через формули та алгоритми за допомогою ГІС програм. Також у цьому розділі описано два головні механізми супутникового знімання: активне (радарне) і пасивне (оптичне), описано три головні космічні апарати, які можуть здійснювати зйомку: ШСЗ, пілотовані кораблі та орбітальні станції. Описано найбільш відомі та масштабні місії, які здійснюють знімання земної поверхні з космічних апаратів: Landsat, Sentinel, Terra (Modis, Aster), RapidEye, Planet Labs. Також загалом описано проблему з якою найближчими роками стикнеться людство – забруднення не лише земної поверхні, але й космічного простору – відпрацьованими космічними апаратами, які літають навколо нашої планети.

У третьому розділі описано механізми дешифрування супутникових знімків. Учні та освітяни в освітньому процесі здебільшого мають практику

використання загально-географічних та тематичних карт, де уся необхідна інформація – подається в інтуїтивно зрозумілій формі, легенда карти дозволяє «читати» карту через умовні позначення, інформація на карті: генералізована, усереднена і змодельована. Супутниковий знімок – це «сирі» дані, стан території який є на окремо взятий, конкретний момент часу. Аби зчитати інформацію із супутникового знімка потрібно володіти навичками дешифрування: упізнати місцевість за характерними ознаками ландшафту, розпізнати населені пункти за обрисами забудованої ділянки тощо. В той же час, аби створити паперову карту – необхідний певний час, аби зібрати, обробити і опублікувати карту, для створення супутникового знімка – необхідно всього декілька днів (або й до 24 годин в залежності від темпорального розрізнення знімання ШСЗ), проте це актуальна інформація, яка дозволяє побачити динаміку процесів та явищ на нашій планеті, з кроком у декілька днів, а якщо поєднувати дані з різних супутників, з кроком у декілька годин. Також в цьому розділі описано декілька продуктів ГІС, які дозволяють обробляти та аналізувати дані супутникового моніторингу Землі, які ми будемо детальніше описувати в другому освітньому пакет, зокрема – ArcGis та QGIS.

Четвертий розділ присвячено тому, аби показати читачеві яка різноманітність наукових сфер уже використовує дані супутникового моніторингу Землі для моніторингу та вирішення практичних задач. Це зокрема такі сфери, як: кліматологія та метеорологія, гідрологія, геологія, ландшафтознавство, урбаністика, лісознавство, агрономія, охорона довкілля та раціональне природокористування, моніторинг надзвичайних ситуацій та оцінка стану довкілля. Акцент у цьому розділі ми зробили на тому, що дані ДЗЗ мають одне з ключових значень для формування в учнів розуміння про глобальні кліматичні зміни, які з часом тільки поглиблюються. Дані які збирають датчики штучного супутника Землі – доказова база, того що концентрація парникових газів зростає по усій планеті і конкретно в населеному пункті де проживають учасники освітнього процесу. Проте

глобальне потепління це не лише про зміну складу атмосфери, але й про наслідки від цього, зокрема: танення льодовиків, підвищення концентрації синьо-зелених водоростей у водоймах, осушення боліт, загалом про зміну температурних режимів водойм, моніторинг зсувів та ерозійних процесів, а також про дослідження наслідків повеней, паводків та стихійних пожеж. На глобальні зміни клімату впливає антропогенний фактор, тому дослідження в сфері урбаністики тісно переплетені з станом атмосферного повітря. Посібник рекомендований Міністерством освіти і науки України (лист від 24.05.19 р. №1/11–4919) до використання в освітньому процесі.

Укладання робочого зошита до цього методичного блоку ми розпочали 2017 року. З апробації трьох практичних за темами: «Ознайомлення з ЕО Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)» «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)». Апробаційний етап проходив таким чином: районні управління освіти міста Києва розповсюджували оголошення про проведення лекції та семінару за вказаними темами, на які могли зареєструватися освітяни за власним бажанням. Під час заняття з освітянами нам було важливо зрозуміти відповіді на два запитання: рівень готовності освітян ознайомитися з технологією ДЗЗ й інтегрувати її в освітній процес яким вони опікуються та зрозуміти чи структура лекцій (за основу взятий посібник) та практичних занять відповідають запитам освітян й чи зможуть за таким алгоритмом опанувати основи ДЗЗ їхні учні. Перший крок роботи з освітянами охопив більше 193 вчителів з міста Києва, за профілем викладання більше половини – географи, також були біологи, екологи, історики, природознавці, вчителі інформатики та фізики. На цьому етапі ми здебільшого збирали відгуки практиків на наші методичні матеріали. Теорія загалом була зрозумілою для освітян і більшість висловлювала потребу в здобутті практичних навичок. Загалом практичні заняття справляли позитивне враження на освітян, проте

були важливі зауваження, зокрема: практичні базувалися на використанні ресурсу – Eo browser (Європейського космічного агентства), яке було англomовним, це було найбільшою трудностю для роботи у цьому веб-ресурсі. Також серед рекомендацій від освітян було детальніше описати покрокову інструкцію, через використання скріншотів екрану в тому числі. Важливе побажання, яке ми часто зустрічали – це необхідність створення лаконічних освітніх відеороликів з основ ДЗЗ, які би були розраховані на учнів (врахування вікових особливостей) і де «побутовою» мовою (без складних для розуміння термінів) було пояснено практичне використання даних супутникового моніторингу Землі. На нашу думку, це цінні зауваження та рекомендації, над якими ми почали працювати укладаючи робочий зошит та решта методичних матеріалів.



Рис. 9. Титульна сторінка «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування»

Загалом робочий зошит ми оприлюднили 2020 року та перевидали 2023 року. Перевидання стосувалося – оновлення інтерфейсу веб-платформ які ми використовували, а також функціонал платформи, яку ми найбільше використовуємо в робочому зошиті - Eo Browser, лабораторія «ГІС та ДЗЗ» НЦ «Мала академія наук України» у 2022 році переклала на українську мову

(на платформі постійно додаються нові дані та інструменти, тому процес перекладу – не припиняється).

Загалом в робочому зошиті використано функціонал таких платформ, як: Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook. У виданні за 2023 рік додано такі ресурси як Google My Maps, NASA Worldview та доопрацьовано практичну роботу з використання ресурсу ArcGIS Online (безкоштовна/публічна версія).

Щодо тем практичних робіт, то вони стосуються досліджень у сфері: урбаністики («Ознайомлення з Eo Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)», «Дослідження зміни урболандшафтів на прикладі розбудови (зростання) м. Києва», «Ознайомлення з NASA Worldview (на прикладі зміни світлового забруднення в Україні)» та «Ознайомлення з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва).»), надзвичайних ситуацій («Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області» та «Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях)»), лісового господарства («Дослідження стану лісового покриву (на прикладі території Древянського заповідника Житомирської області»), гідрології («Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей»), сільського господарства («Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі»), ландшафтознавства («Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині» та «Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара, Дніпропетровська область»), екології («Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря)» та «Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Київської області)»), кліматології та метеорології («Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними

супутника Sentinel-5P)» та «Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті NASA»). Окрему увагу ми приділили ресурсам, які підходять для організації групової роботи, зокрема - ArcGIS Online («Створення веб-ГІС проєкту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online)») та Google My Maps («Створення карти в сервісі Google My Maps»). Ці тематичні поділи досить умовні, оскільки наприклад у практичній роботі за темою «Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях)» окрім власне виявлення та моніторингу вулканічної активності, також використовуються інструменти вимірювання зміни температури земної поверхні та моніторингу концентрації речовин що забруднюють атмосферне повітря. Робочий зошит рекомендований науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» (протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.) до використання в освітньому процесі.

Навчальна програма розроблена з врахуванням, що в освітньому процесі будуть використані посібник та робочий зошит. Програма розрахована на 324 години (9 год на тиждень), 109 год з яких теоретичні, а 215 год – практичні заняття. Мета програми полягає у формуванні в учнів, вихованців і слухачів компетентностей, пов'язаних із супутниковим моніторингом Землі, розвитком їх критичного та наукового мислення. Програма передбачає дотримання дидактичних принципів навчання: доступності, послідовності, системності, науковості, зв'язку дослідження з життям, наочності, індивідуального підходу до вихованців, учнів і слухачів.



Рис. 10. Титульна навчальної з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування

Програма містить теоретичну і практичну частини. З метою формування теоретичних знань застосовуються такі методи: лекції, бесіди, дискусії, пояснювально-ілюстративний, репродуктивний тощо. Для набуття практичних навичок застосовують пошуковий, дослідний, дослідницький методи, а також форми самостійної, індивідуальної та групової роботи з аналізу супутникових знімків, моніторингу природних процесів та явищ і наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище. Практична робота передбачає використання персонального комп'ютера, необхідних програмних засобів і доступ до мережі Інтернет.

Посібник та робочий зошит перекладені на англійську мову і знаходяться у відкритому доступі на сторінці «Академія «Corernicus». Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» [1] в розділі «Освіт'ям», на офіційному сайті НЦ «Мала академія наук України».

2021 року ми надіслали англійську версію робочого зошита у компанію Sentinel Hub, яка належить до Європейського космічного агентства.

Ми отримали позитивний відгук на наш робочий зошит, а головне – рекомендацію від Sentinel Hub, щодо використання його в освітньому процесі. Sentinel Hub – оприлюднили наш робочий зошит в себе на сайті у розділі «EDUCATION».

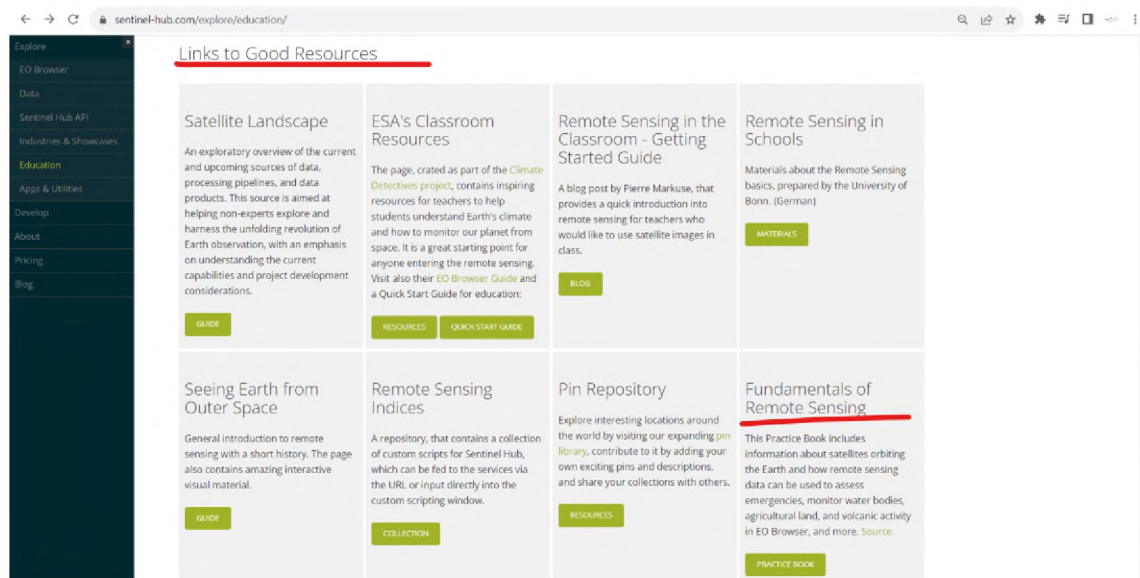


Рис.11. інтерфейс сайту Sentinel Hub, розділ «EDUCATION», де міститься посилання на робочий зошит до першого методичного блоку [293]

Цей англomовний робочий зошит ми використовуємо, як методичну основу для організації та проведення міжнародних проєктів нашого дослідження, зокрема: міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ та міжнародних курсів для освітян.

***Рівень « Основи дистанційного зондування Землі:
аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах»***

Методичний блок «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» розроблений з та впроваджений в освітню діяльність системи МАНУ як другий рівень знайомства з методикою «Основи ДЗЗ». Методичний блок

складається з: посібника [100], робочого зошита [3], відео супроводу (див рис. 12) та навчальної програми [8].



Рис.12. Qr-код з посиланням на відеосупровід до методичного блоку «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС»

Цей методичний блок ми починали розробляти з 2018 року. Головними вимогами, які стояли перед авторським колективом окрім тих, що описані в попередньому рівні (в цьому методичному блоці вимога доступності полягає в поясненні навчального матеріалу таким чином, аби враховувати підготовку та вікові особливості сприйняття інформації учнем середньої школи) були: наступність – в попередньому методичному рівні ми ознайомили з основами дешифрування супутникових знімків та деякими програмними продуктами (ArcGIS Online, Google Earth Pro, EO Browser тощо). В цьому ж ми більш поглиблено розкриваємо їх функціонал та можливості для природничих досліджень і використанні в освітньому процесі, поглиблення – супутникові знімки це джерело великих даних, аби обробити, систематизувати та проаналізувати необхідно використати спеціальні програмні продукти та сервіси – зокрема ГІС. Технології ДЗЗ і ГІС нерозривно пов’язані в питанні обробки геоданих. В цьому методичному рівні ми приділяємо велику увагу найбільш популярним продуктам ГІС – зокрема: Quantum GIS – одна з найпопулярніших ГІС, яка має відкритий код. Іншими словами це програмне забезпечення є безкоштовним для використання в освітньому процесі та не потребує окремих дозволів та ліцензій для встановлення на ПК в комп’ютерних класах закладів освіти. Також в цьому методичному блоці ми

використовуємо функціонал ArcGIS Online – сімейства комерційних геоінформаційних програмних продуктів американської компанії ESRI. Ця компанія більше 10 років займає лідируючі позиції в світі за кількістю користувачів та розміром капіталу на ринку ГІС (<https://gisgeography.com/best-gis-software/>). В цьому методичному рівні ми використовуємо настільний QGIS та веб-сервіс ArcGIS Online. Хмарні сервіси завойовують все більшу популярність серед користувачів, що обумовлено в першу чергу наявністю найбільш популярного функціоналу та відсутністю необхідності завантажувати та інсталювати на свій ПК програмні продукти. Тобто під час використання хмарного сервісу ArcGIS Online учні використовують пам'ять (сервера) та обчислювальні потужності компанії ESRI, проте тут важливо наголосити, що обов'язковою умовою роботи у цьому середовищі є наявність швидкісного Інтернету.

За програмою «ArcGIS for Schools Bundle» (<https://www.esri.com/en-us/industries/k-12-education/schools-software>) від ESRI МАНУ отримала грант на безкоштовне використання акантів ArcGIS Online в рамках освітнього процесу. Що важливо, такий грант можуть отримати інші заклади освіти, які навчають учнів шкільного віку і не використовуватимуть сервіс в комерційних цілях.

Також у цьому методичному блоці ми починаємо знайомитися з найпотужнішим на сьогодні хмарним сервісом, який поєднує в собі дані супутникового моніторингу Землі та функціонал ГІС – Google Earth Engine. Цей сервіс розвивається дуже динамічно і в перспективі, на нашу думку, складе серйозну конкуренцію іншим програмним продуктам сфери ГІС та ДЗЗ. Цьому ресурсу ми присвятили третій рівень методики «Основи ДЗЗ».

Також в цьому методичному рівні ми продовжуємо працювати з даними супутникового моніторингу Землі із сервісу– EO browser (зокрема вивантажуємо канали, комбінації каналів та індекси супутникових знімків) та аналізуємо їх в ГІС.

Ще одним важливим компонентом методики – знайомство з функціоналом сервісу – Giovanni NASA. Цей сервіс не дає доступу до «сирих» супутникових знімків, проте поєднує в собі уже оброблені дані супутникового знімання Землі та дані наземних спостережень. Доступ до даних відображається через колекцію фільтрів та інструментів, кожен з яких дає змогу побудувати візуалізацію за одною або декількома темами, наприклад: опади, температура, вологість та концентрація шкідливих газів в атмосферному повітрі тощо. В цьому сервісі є багато способів візуалізації результатів дослідження, зокрема: графіки та діаграми (лінійні, стовпчикові, кругові тощо); електронні карти з різноманітними шарами даних (температура, опади, рівень океанів тощо); теплові карти (дозволяє аналізувати зміни температур земної та водних поверхонь); векторні діаграми (наприклад швидкість та напрями вітрів); 3D візуалізація (наприклад орографія гори); анімації: (можливість створювати анімації дозволяє демонструвати зміни в даних в часі) тощо.

Посібник «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» складається з двох розділів. В першому розділі «Отримання, опрацювання та візуалізація супутникових знімків» описано основні характеристики супутникових знімків: спектральна, просторова, радіометрична та темпоральна (часова) розрізненість. Описано деякі ресурси та сервіси для безкоштовного отримання інформації супутникового моніторингу Землі: Copernicus Open Access Hub, EO browser, USGS Earth Explorer, Earthdata Search, Giovanni NASA. Аби розкрити базовий функціонал з пошуку та завантаження супутникових знімків на цьому ресурсі в посібнику описано покрокове виконання спільного завдання – пошуку та завантаження супутникового знімку на територію міста Києва (завдання 1. Завантажити знімок Європейського космічного агентства місії Sentinel 2 на територію житлового масиву Троєщина м. Києва за 10 вересня 2019 р та завдання 2. Завантажити знімок Американського космічного агентства

(НАСА) Landsat 5 ТМ території житлового масиву Троєщина м. Києва за 7 квітня 1984 р.).



Рис.13 Титульна сторінка посібника «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»

Окрім того в цьому розділі описано сервіси та компанії, які надають дані супутникового моніторингу Землі на комерційній основі (Знімки високої (1–10 м) і над високої (1 м і менше) просторової розрізненості).

Наступним пунктом є «Програмне забезпечення для роботи із супутниковими знімками (ArcGIS, QGIS, Google Earth)» у попередньому методичному рівні ми уже працювали у середовищі ArcGIS Online та Google Earth. У цьому методичному рівні вперше знайомимося з роботою настільних програмних продуктів ArcGIS та QGIS. Спершу описуємо головні типи даних в ГІС – векторні та растрові, використовуючи візуальну аналогію та порівняння. Логіка опису теорії така: описуємо завдання, яке треба виконати за допомогою ГІС програм. Ці програми взаємозамінні щодо виконання аналізу геоданих, різниця в інтерфейсі, модулях, інструментах, швидкості та точності обробки. В посібнику ми ставили задачу: показати виконання одного

й того ж завдання в трьох найбільш популярних ресурсах. Отже, логіка викладу теоретичного матеріалу: задача – загальний опис алгоритму виконання задачі в ГІС (не прив’язуючись до будь-якого ПЗ) – виконання завдання в ArcGIS, – виконання завдання QGIS, – виконання завдання Google Earth – порівняння результатів. Спільне завдання: «Створити проєкт у ГІС-програмі, відкрити канал B05 завантаженого космічного знімка Landsat 5 та канал B08 знімка Sentinel 2. Порахувати наскільки збільшилася площа житлового масиву Троєщина м. Києва за 35 років». Для виконання цього завдання, нам досить використати дані з одного каналу (зображення одного каналу – візуалізується у відтінках сірого кольору) електромагнітного спектра. Потім покроково виконуємо завдання в різних ГІС програмах, таким чином формуємо у читача уявлення про спільності та відмінності у роботі з різними ГІС пакетами, а головне спільну логіку роботи в ГІС, аби в читачів сформувалося розуміння роботи алгоритмів обробки знімків в ГІС. Також в цьому пункті ми вперше працюємо з «сирими» знімками в ГІС, які на перший погляд є мало інформативними, але при обробці та аналізі в ГІС надають цінну інформацію досліднику.

Наступне спільне завдання «Створити кольорове супутникове зображення міста Києва і знайти в Дарницькому лісі осередок пожежі на знімках, зроблених супутником (Sentinel 2) 4 жовтня 2015 р.». В цьому завданні ми описуємо, що таке: сцени (тайли) супутникового знімання космічним апаратом; логіку комбінації та синтез каналів в ГІС; обрізку супутникових знімків; мозаїку та корекцію зображень. У цьому пункті ми вперше створюємо за допомогою комбінації каналів – кольоровий супутниковий знімок, тобто поглиблюємо розуміння створення кольорового зображення на супутниковому знімку (з кольоровими супутниковими знімками ми уже працювали у першому методичному блоці). Важливим пунктом виконання цього завдання є практичне знайомство з сервісом Google Earth Engine. Описано роботу в GoogleEarthEngine Code Editor, який є частиною хмарної платформи для аналізу супутникових даних Google Earth

Engine, що дає змогу опрацьовувати великий масив знімків без їх завантаження на свій ПК.

У наступному розділі «Інтерпретація (дешифрування) та аналіз супутникових знімків» описано три типи дешифрування: ручне, напівавтоматичне та автоматичне. Першим завданням у цьому розділі є «Оцифрувати і відобразити на карті динаміку вирубки лісового масиву з 2005 по 2019 р. на основі космічних знімків Sentinel 2 на прикладі території Дорогинського лісництва Фастівського лісового господарства». В цьому розділі ми поглиблюємо розуміння про векторні дані, що вони зберігаються та відображаються на електронній карті за допомогою тематичних шарів, починаємо працювати з основою даних – таблицею атрибутів і оформлюємо карту у вигляді макету (готову для друку). У пункті про напівавтоматичне дешифрування, ми знайомимо з поняттями розрахунок спектральних індексів та порогова класифікація. Завданням у цьому пункті є «проаналізувати явище «цвітіння» (евтрифікація) води Київського водосховища в серпні 2016 р», для виконання цього завдання ми працюємо з індексом вегетації, конкретно з NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – нормалізований диференційний індекс рослинності. NDVI реагує на наявність хлорофілу в біомасі. Крім вегетаційної маси цей індекс застосовують у дослідженнях стану ґрунтів, снігу, водойм, відмежування суші від води тощо. В пункті де описано автоматичну класифікацію завданням є «Оцінити обсяги просідання лесових ґрунтів та їх вплив на стан посівів на основі космічних знімків Sentinel 2 на прикладі території між селищами Гостролуччя – Паришків Баришівського району Київської області». Автоматична класифікація дає змогу досліднику автоматизувати обрахунки за еталонними ділянками. Система розпізнає схожі ділянки за характеристиками пікселів і автоматично створює векторний об'єкт (оцифровує їх), з одного боку це економить час досліднику на більш творчу роботу, з іншого – алгоритм може помилитися і цифрувати об'єкт, який не входить до класифікації, тому в цьому випадку після автоматичної класифікації варто застувати керовану. У пункті «Аналіз

геофізичних даних із супутникових знімків», окрім виконання завдання в ArcGIS та QGIS, описано теорію роботи у ресурсі Giovanni NASA – де зібрані більше тисячі наборів даних з різними геофізичними показниками. Завданням у цьому пункті є «проаналізувати супутникові знімки з Sentinel 5P за перший тиждень вересня 2019 р. і дослідити, який вміст концентрації NO₂ та SO₂ фіксувався у Києві і на території України загалом».

Робочий зошит «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: робочий зошит. Частина 2» описано роботу в трьох програмних продуктах: Giovanni NASA, QGIS та ArcGIS Online. Робочий зошит є практичним доповненням навчально-методичного посібника «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах».

Робочий зошит – «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах», на відміну робочого зошита з першого методичного блоку, має вищий рівень складності роботи і укладений на основі відкритих програмних продуктах – QGIS, Giovanni NASA та комерційного ArcGIS Online – хоча паралельно ми продовжимо працювати з ресурсом EO Browser.



Рис.14. Титульна сторінка робочого зошита «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2»

Робочий зошит укладений за принципами: від простого до складного та групування за головною ідеєю (розділи робочого зошита). Перш за все ми знайомимо читача з ресурсом Giovanni NASA, який має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, тематичні дані та детальну інструкція з візуалізації даних, що створює передумови, аби зацікавити читача швидкою обробкою та варіативністю типів представлення великих геоданих. Робота у цьому ресурсі представлена на прикладі двох тем «Дослідження зміни концентрації NO₂ та CO₂ в атмосферному повітрі України» та «Аналіз кореляції температури водної поверхні та цвітіння води у Чорному та Азовському морях». Під час виконання першої практичної опираючись на дані супутникового моніторингу Землі в читача формується розуміння про зміни складу атмосферного повітря в нашій країні загалом та в регіоні, де він проживає, зокрема. Друга практична націлена на формування уявлень про зв'язки в екосистемі – де зміна одного елемента означає зміну усієї системи.

Розділ «Land cover – супутникові дані про наземний покрив» - націлений на формування розуміння про те, що супутникові знімки, це дані які не лише можна, а й важливо порівнювати з топографічними електронними картами та історичними (паперовими) картами. У практичній «Аналіз зміни берегової лінії Тузлівських лиманів шляхом порівняння супутникової карти наземного покриву та топографічної карти» ми порівнюємо електронну карту OpenStreetMap з даними із супутникових знімків. У практичній «Зміна верхньої межі лісу гірського масиву Мармароси» ми показуємо як дослідити зміну межі лісового масиву майже за 100 років, використовуючи сучасні супутникові знімки та паперові карти, які були створені на початку ХХ ст. в Австро-Угорській імперії. Розділ «Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей об'єктів» складається з трьох практичних. Перша практична за темою «Виділення межі тропічного лісу на горі Ліко в Мозамбіку» має на меті сформувати навичку комбінації каналів і сформувати уявлення про особливості візуального представлення комбінації каналів у природних та штучних кольорах, у другому випадку комбінація каналів дає

можливість розрізнити хвойні та листяні типи дерев, що в природних кольорах зробити практично не можливо (за даних умов). У практичній роботі «Виділення межі між хвойним і широколистяним лісом біля села Лісовичі Київської області» - ми акцентуємо увагу на проблемі, яка знайома багатьом українцям, особливо тим, що живуть на Поліссі та на території Прикарпаття та Карпат, – вирубка лісу. Супутникові знімки дають можливість фіксувати рубку, її час та площу. Ми не можемо стверджувати про її законність чи незаконність, але фіксувати реальність – це головне завдання супутникового знімання. Тут ми вперше використовуємо автоматичну класифікацію – метод роботи з геоданими, який значною мірою спрощує роботу дослідника. Ми продовжимо роботу з автоматичною класифікацією та поглибимо її до розуміння механізмів машинного навчання у третьому методичному блоці. У практичній роботі «Підкреслення особливостей геологічних структур в околицях міста Аль-Ула Саудівської Аравії» ми продовжуємо формувати уявлення про те, що при певній комбінації каналів, ми можемо бачити те, що не видно у природних кольорах, зокрема використовуємо комбінацію каналів, яку прийнято називати «геологічною» – для підкреслення особливостей геологічних структур в околицях міста Аль-Ула Саудівської Аравії.

У розділі «Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу» ми знайомимо читача з створенням 3D моделей рельєфу, цифровою моделлю рельєфу SRTM та практичною залежністю поширення рослин від орографії місцевості. У практичній «Створення цифрової моделі рельєфу гори Говерла» ми показуємо як можна створити 3D-модель г. Говерла на основі цифрової моделі рельєфу SRTM, а також на основі цих даних створити карту схилів і обрати оптимальний маршрут сходження на г. Говерла. У практичній «Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення рідкісних видів орхідних у Карпатах» ми показуємо, як поєднати дані з ресурсу INaturalist, де описано та класифіковано рослини й позначено їх геологікацію із цифровою моделлю рельєфу SRTM. У розділі «Індексовані зображення: вегетаційний індекс для

моніторингу динаміки стану рослинності» вперше використовуємо індекси – більш складний процес ніж комбінація каналів, яке передбачає поєднання даних з каналів супутникових знімків за формулою, в нашому випадку – індексом вегетації (NDVI). Важливим акцентом цього розділу є використання даних з території, яка на зараз є тимчасово окупованою російською федерацією. Тобто українські дослідники не мають можливості провести польові спостереження, або зібрати дані самостійно, тому супутниковий моніторинг Землі – один з небагатьох методів, який залишився в науковців, аби отримати інформацію з цієї території України. У першій практичній «Регіональна оцінка стану рослинності Кримського півострова за даними MODIS» ми знайомимо читача з механізмом створення індексного зображення у регіональному вимірі (на весь півострів), класифікацією зображення за кольоровим градієнтом та візуального порівняння даних двох супутникових знімків різницею у 5 років. Практична робота «Оцінка стану виноградника в Криму за даними Sentinel-2» націлена на те, аби сформуванати уявлення про територіально локальне дослідження стану окремого сільськогосподарського угіддя в Криму.

У розділі «Водні індекси для виявлення динаміки водних та водно-болотних об'єктів» показано особливості дослідження гідрологічних об'єктів за супутниковими знімками. Зокрема у практичній роботі «Дослідження зміни гідрологічного режиму Бондарівського болота» продовжуємо знайомитися із роботою з індексними зображеннями, зокрема індексом вологості – MNDWI. У практичній роботі «Дослідження масштабів паводку на Дністрі влітку 2020 р» ми продовжуємо роботу з цим індексом, але ускладнюємо його роботою з пороговими значеннями, аби підсвітити окремі дані теми дослідження. У розділі «Можливості радіолокаційних зображень» ми вперше знайомимо читача з практикою аналізу радарних супутникових даних. У практичній «Виявлення кораблів в акваторії Токійської затоки» ми використовуємо супутникові знімки місії Sentinel -1 за час – початок пандемії COVID-19 і показуємо як ідентифікуються на цих знімках морські судна. У

цій практичній ми вперше показуємо як зробити макет карти, та зберегти його у форматі для друку. У практичній роботі «Виявлення нафтового забруднення в акваторії Середземного моря» - ми показуємо як за радарними локалізувати пляму палива, виміряти її довжину й площу та проаналізувати, як поширювалося забруднення в морі. У цій практичній ми вперше показуємо як робити анімацію із супутникових знімків в середовищі QGIS.

У розділі «Регресійний аналіз растрів – виявлення залежності між факторами» ми продовжуємо (з розділу про «Багаторічні кліматичні дані») формувати уявлення про екологічний стан місцевості – як складну систему взаємозв'язків. У практичній роботі «Простий кореляційний аналіз залежності температури та цвітіння води Кам'янського водосховища» ми досліджуємо залежність між дистанційними показниками стану водойми під час явища цвітіння води, а саме – пороговими спектральними індексами (вегетаційним NDVI, альгоіндексом NDAI та індексом каламутності NDTI) і температурою поверхні водойми на прикладі Кам'янського водосховища. Тобто знайомимо читача з поняттям кореляційного аналізу. У практичній роботі «Поглиблений регресійний аналіз взаємозв'язку між дистанційними показниками стану Кам'янського водосховища» ми знайомимо читача з регресійним аналізом – аналіз залежності однієї величини від іншої, який шукає модель цього зв'язку, виражену у функції регресії.

У розділі «Інструменти аналітики середовищі ArcGIS Online» ми у перших трьох практичних роботах: «Знайомство з ArcGIS Online та вивчення інструментів візуалізації на прикладі Харківської області», «Створення шарів та атрибутивних даних на прикладі Шацьких озер», «Основні аналітичні операції з геопросторовими даними на прикладі медичних закладів Києва», ознайомлюємо читача із особливостями роботи харних ГІС, які переваги і недоліки, на цьому етапі читач може порівняти роботу з геоданими в настільному (QGIS) та хмарному (ArcGIS Online) ГІС.

Наступні практичні: «Огляд блоку інструментів «Підсумувати дані» на прикладі окупації території природно-заповідного фонду України», «Огляд

блоку інструментів «Знайти місця розташування» для знаходження географічного центру України та дослідження рельєфу Карпат», «Огляд блоку інструментів «Збагачення даних» та «Аналізувати шаблони» для побудови карт доходу, рівня безробіття українців та розподілу київських шкіл», «Огляд блоку інструментів «Використовувати наближеність» на прикладі створення туристичної карти замків Тернопільської області», «Огляд блоку інструментів «Керування даними» на прикладі історичного картографування адміністративних меж України» ми знайомимо читача з практикою використання інструментів аналітики у хмарній платформі ArcGIS Online. Інструменти аналітики згруповані за темами, тому кожна практична націлена на розкриття можливостей окремої групи інструментів. ArcGIS Online дає доступ не лише до модулів з аналізу геоданих, цікавий і дуже перспективний для освіти напрям – візуалізація геоданих. З цією метою ArcGIS Online розробив декілька інтуїтивно зрозумілих і легких у користуванні модулів, розкриттю можливостей яких присвячені практичні: «Візуалізація та створенням часової анімації супутникових знімків для аналізу динаміки змін довкілля», «Створення карти-історії StoryMaps вигляду найбільших сонячних електростанцій України», «Створення панелі управління ArcGIS Dashboards з візуалізацією статистичних даних якості води», «Створення миттєвого додатку ArcGIS Instant Apps на прикладі тематичної карти спостереження за птахами та ознайомлення з додатком по збору польових даних ArcGIS Field Maps».

Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах передбачає опанування учнями компетентностей з основ ДЗЗ на основному рівні. Враховуючи концепцію Нової української школи, освітній процес за цією програмою впливає на формування всіх 10-ти компетентностей, але більшою мірою програма спрямована на розвиток інформаційно-цифрової, екологічної та компетентності у природничих науках і технологіях.



Рис. 15. Титульна сторінка Навчальної програми з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах

Зміст програми спрямовано на формування у вихованців, учнів і слухачів знань з основ ДЗЗ та ГІС, опанування навичок роботи з відповідним програмним забезпеченням, його додатками та інструментами аналітики, залучення до пошукової і дослідницької роботи. Загальна кількість навантаження за програмою становить 324 години (9 годин на тиждень). Основними методами, що застосовуються в освітньому процесі, є дослідницький (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідний і пошуковий. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми і проблеми дослідження. Основним інструментом досліджень є науковий метод як з емпіричної групи (спостереження, порівняння, вимір, експеримент, моніторинг тощо), так і теоретичної (абстрагування, аналіз, аналогія, ідеалізація, індукція, синтез, дедукція, формалізація, класифікація, узагальнення, систематизація тощо).

Посібник та робочий зошит перекладені на англійську мову і знаходяться у відкритому доступі на сторінці «Академія «Corernicus».

Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» [1] в розділі «Освітням», на офіційному сайті НЦ «Мала академія наук України».

2022 року ми надіслали україномовну та англomовну версію робочого зошита «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2» у компанію QGIS для отримання експертної оцінки про цінність та необхідність таких методичних розробок для освітнього процесу на міжнародному рівні. Ми отримали позитивний відгук на нашу працю, і рекомендацію від компанії про доцільність використання нашої методичної розробки в освітньому процесі.

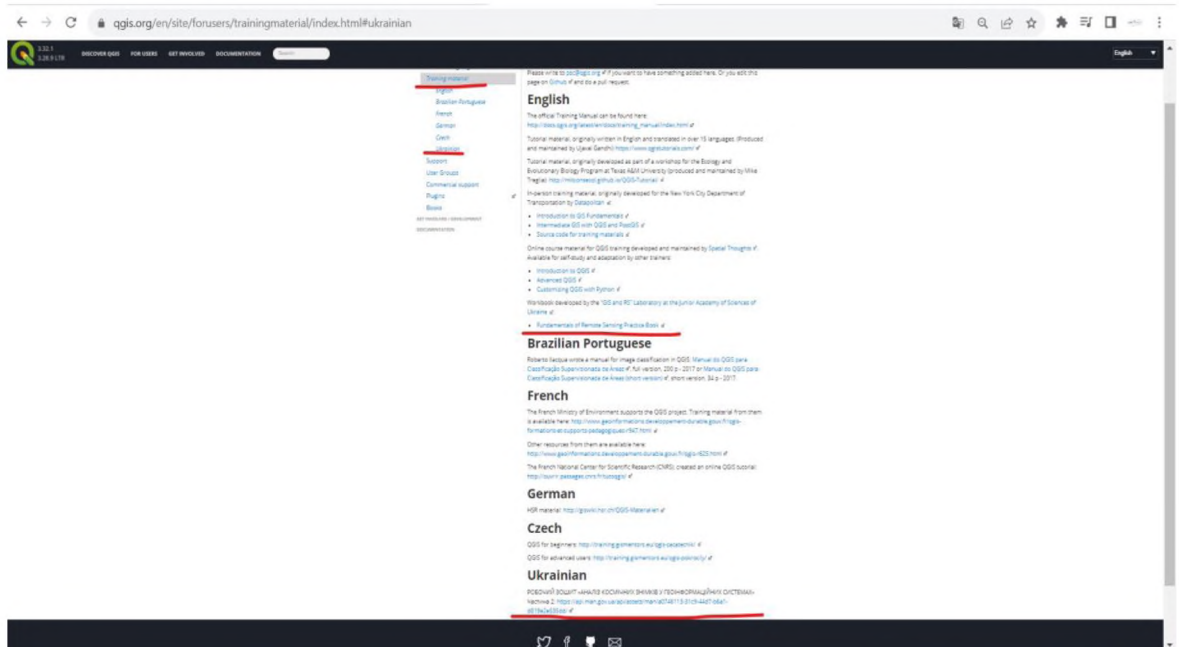


Рис. 16. Інтерфейс сайту компанії QGIS, де міститься посилання на робочий зошит до другого методичного блоку

<https://www.qgis.org/en/site/forusers/trainingmaterial/index.html#ukrainian>

Цей англomовний робочий зошит ми частково використовуємо, як методичну основу для організації та проведення міжнародних проєктів лабораторії «ГІС та ДЗЗ», зокрема: міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ та міжнародних курсів для освітян.

Рівень «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine»

Методичний блок розроблений з та впроваджений в освітню діяльність системи МАНУ як третій рівень знайомства з методикою «Основи ДЗЗ». Методичний рівень складається з: посібника [101], робочого зошита [206], відео супроводу (див рис. 17) та навчальної програми [9].



Рис.17. Qr-код з посиланням на відеосупровід до методичного блоку «Обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine»

Цей методичний блок ми починали розробляти з 2019 року. Головними вимогами, які стояли перед авторським колективом, окрім тих що описані в попередніх рівнях, були: комплексність – супутникові знімки це джерело великих даних, аби обробити, систематизувати та проаналізувати необхідно використати спеціальні програмні продукти та сервіси – зокрема ГІС. Технології ДЗЗ і ГІС нерозривно пов’язані в питанні обробки геоданих, а Google Earth Engine – містить в собі дані та функціонал як ГІС так і ДЗЗ; поглиблення – в попередніх методичних блоках ми ознайомилися із веб-сервісами, які надають доступ до даних ДЗЗ та професійними ГІС програмами: QGIS та ArcGIS Online. Саме ознайомлення із хмарним сервісом ArcGIS Online – є передумовою до вивчення функціоналу потужнішого, хмарного сервісу – Google Earth Engine. В цьому методичному блоці ми будемо більш поглиблено вивчати його функціонал

Кількість даних до яких сьогодні надає доступ цей хмарний сервіс складає більше 50 петабайт (50 000 Терабайт) інформації зібраної за останні

майже 40 років. Супутникові знімки місій НАСА, Європейського космічного агентства, десятки комерційних місій – доступ до усіх цих даних можна отримати через Google Earth Engine. За словами доктора Ендрю Стіра, президента і головного виконавчого директора Інституту світових ресурсів з 2012 по 2021 роки «Google Earth Engine вперше в історії дозволив швидко і точно обробляти величезні обсяги супутникових знімків, визначаючи, де і коли відбулися зміни деревного покриву з високою роздільною здатністю. Без нього Global Forest Watch не існувала б. Для тих, кому не байдуже майбутнє планети, Google Earth Engine – це велике благословення!» [101].

Google Earth Engine використовує спеціальний синтаксис програмування - API (application programming interface) Earth Engine, який є розширенням стандартного JavaScript. Цей синтаксис дозволяє взаємодіяти з геоданими та виконувати операції з великими об'ємами даних на облікових серверах Google Earth Engine і є доступним на Python і JavaScript, що дозволяє легко використовувати потужність хмари Google для власного геопросторового аналізу. Важливою особливістю цього сервісу є те, що користувач ніяк не обмежений операційним функціоналом, оскільки в ньому є мінімальний набір вмонтованих інструментів аналітики ГІС, а весь об'єм роботи в сервісі користувач виконує за допомогою мови програмування. У цьому методичному рівні ми використовуємо мову програмування – JavaScript.

Google Earth Engine працює на Google Cloud (Хмара компанії Google), надаючи користувачу доступ до високошвидкісних та високопродуктивних обчислень навіть з мобільного телефону. Оскільки це хмарна система, користувачу не потрібна висока швидкість інтернету, бо усі обчислення відбуваються у хмарі потужностями компанії Google. Сервіс чудово інтегрований для збереження готових даних в обліковий запис Google Drive, Google Cloud Storage тощо.

Посібник «Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine» (див. рис.18) складається з шести

розділів. Перший розділ присвячено ознайомленню із синтаксисом JavaScript. У розділі – «Вступ до Google Earth Engine і мови програмування JavaScript» висвітлено інформацію про передумови та історію створення веб-платформи Google Earth Engine. Розкривається поняття «змінні» та які є особливості використання змінних в Google Earth Engine. Описано як обробляються та аналізуються геодані на сторіні сервера та сторіні користувача. Розглянуто типи даних, які можна обробляти в Google Earth Engine через мову програмування JavaScript.



Рис.18. Титульна сторінка посібника «Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»

У другому розділі описано роботу з колекціями даних, які дають змогу користувачам отримувати доступ до величезного обсягу геопросторової інформації і проводити аналіз та моделювання геопросторових процесів. Колекції даних GEE організовані та структуровані за типами інформації. Кожна колекція може містити безліч об'єктів зображень, які представляють окремі знімки або растрові шари з різних дат, датчиків або регіонів. Зображення в колекції мають властивості, як-от: географічні координати, дати, значення пікселів та метадані.

Велика кількість даних зберігається в колекціях, що дає змогу використовувати їх для проведення різних аналітичних операцій та

досліджень. Описано основні типи представлення геопросторової інформації: растрові (представляють географічну інформацію у вигляді сітки пікселів, подібно до матриці) та векторні (представляють географічні об'єкти за допомогою геометричних елементів, як-от точки, лінії або полігони) дані. Третій розділ присвячено формуванню в читача уявлення про механізм та роль фільтрації геоданих (за датою, періодом, територією, площею, певним показником, місією супутникового моніторингу Землі тощо). Фільтрування колекцій у GEE допомагає звужити коло даних, які ви хочете проаналізувати або відобразити. Загалом фільтрування колекцій у GEE дає змогу зосередитися на даних, які є найбільш релевантними для аналізу, що полегшує пошук корисної інформації. Описано фільтрування колекцій векторних об'єктів, що дає змогу вибрати підмножину об'єктів, які відповідають певним критеріям. Колекції об'єктів часто є великими і містять багато інформації, тому фільтрація необхідна для виділення та аналізу об'єктів, які є найбільш релевантними для конкретного аналізу. Також у розділі описано фільтрування колекцій зображень у GEE – це потужний інструмент для вибору певного набору супутникових знімків із колекції. Розглянуто також метод впорядкування даних – сортування, який може бути корисним, наприклад, якщо потрібно розташувати знімки в певному порядку, відсортувавши колекцію за заданою властивістю (наприклад хмарністю, певними днями місяця тощо). Розглянуто також деякі інструменти редукторів в GEE, які допомагають поєднувати й узагальнювати інформацію з різних джерел, таких як зображення, карти і таблиці даних. Їх слід розглядати як набір правил, які визначають, як поєднувати й узагальнювати дані в процесі аналізу. Ці правила можуть бути простими, як-от пошук найменшого або найбільшого числа в групі, або складними – створення діаграми або пошук тенденцій у даних. У четвертому розділі описано створення та застосування функцій до даних в Google Earth Engine, зокрема й до колекцій даних. Функції використовуються для того, аби зробити конкретний запит, наприклад для визначення усередненого значення показника відбиття інфрачервоного

каналу супутника Sentinel 2 на територію міста Києва за 2 роки тільки для літніх місяців, обчислення індексів, середніх максимальних, мінімальних значень та іншу статистику для певних територій, функції також використовуються для зміни кольорової палітри, відображення масок, налаштування стилів тощо. У розділі описано бібліотеки вбудованих функцій GEE, які роблять платформу потужним інструментом для виконання різноманітних завдань, пов'язаних із геоспросторовою аналітикою та дослідженнями. Також користувачі можуть доповнювати бібліотеки вбудованих функцій GEE або розробляти власні бібліотеки для виконання специфічних завдань або для організації коду в більш зручний спосіб. П'ятий розділ присвячено опису елементів користувацького інтерфейсу веб-платформи (графічний інтерфейс користувача, консоль, API). Зроблено огляд компонентів, функцій та можливостей інтерфейсу користувача (User Interface, UI) GEE, розглянуто приклади його використання. Описано роботу інструмента Map linker, який дозволяє пов'язувати кілька карт в Google Earth Engine. Map linker – це потужний інструмент для створення інтерактивних карт, які дозволяють користувачам легко переглядати і аналізувати дані. Зроблено огляд застосунків Earth Engine Apps, які будуть доступні всім користувачам без потреби взаємодіяти з вихідним кодом. Публікація результатів досліджень на такій платформі дає змогу візуалізувати дані, а широке коло інструментів – створити стилістично індивідуальний геоінформаційний продукт. Для пошуку та використання кінцевого продукту необхідний інтернет-браузер, що значно полегшує доступ до результатів дослідження й розширює охоплення зацікавленої аудиторії. Застосування візуального інтерфейсу в таких вебзастосунках дає змогу користувачам працювати з GEE, не використовуючи безпосередньо код або складні команди. У шостому розділі описано умовні оператори в програмуванні – це такі «команди», які дають змогу програмі самостійно приймати рішення залежно від певних умов, зокрема оператори порівняння, логічні оператори тощо. Коротко описано інструкції з керування поведінкою даних в Google

Earth Engine (списки, таблиці, цикли for та while). В цьому розділі описано механізм виконання певних дій поки виконується задана умова (while) та повторення виконання фрагмента коду заздалегідь визначену кількість разів (for), наприклад користувач хоче порівняти середнє NDVI для кожного місяця протягом певного періоду для території свого сільськогосподарського угіддя. Для цього використовують цикл for для обчислення середнього NDVI для кожного місяця протягом року. В результаті маємо список зображень, які представляють середні значення NDVI для кожного місяця.

Загалом посібник має на меті сформувати в читача розуміння ролі хмарних сервісів та володіння мовою програмування для проведення досліджень у природничих науках та освітньому процесі в цілому. У читача має сформуватися розуміння, що мова програмування – це мова якою ти спілкуєшся з машинами, в час коли технології органічно інтегруються не лише в професійну сферу, але й у побут, програмування поступово переростає з доданої корисної навички в частку, яка визначає рівень технічної грамотності особи. У світі, де технології стають дедалі складнішими, знання основ програмування стає все більш важливим. Люди, які можуть програмувати, мають конкурентну перевагу на ринку праці. Окрім усього програмування впливає на формування м'якої навички – креативності, оскільки враховує спосіб мислення людини, яка шукає рішення проблем. Люди, які можуть програмувати, можуть використовувати свої навички, щоб мислити нестандартно та вирішувати проблеми. Кількість геоданих зростає щосекунди, а от швидкість створення стандартних інструментів для їх обробки у програмних продуктах занадто повільна. Проте використання мови програмування, спрощує цей процес, оскільки користувача в способах обробки даних обмежує виключно доступ до даних, рівень володіння мовою програмування та власною уявою.

Робочий зошит «Робочий зошит з основ ДЗЗ. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» складається з 14 практичних робіт.



Рис. 19. Титульна сторінка «Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»

Перша практична робота «Вступ до Google Earth Engine, синтаксис для обрахунку площі кордону України» знайомить читача з інтерфейсом та базовим функціоналом веб-платформи Google Earth Engine, та деякими типами даних мови програмування JavaScript (числа, текст, дати, булеві змінні, масиви тощо). Друга практична «Робота з растровими даними, на прикладі вибору супутникового знімку, комбінація каналів та завантаження на території пожежі в Дарницькому лісі» є продовженням кейсу, який ми розглядали у другому методичному блоці вперше знайомлячись з цією веб-платформою. Читач має створити кольорове супутникове зображення міста Києва та знайти у Дарницькому лісі осередок пожежі на знімках, зроблених супутником (Sentinel-2) від 4-го жовтня 2015 року та завантажити супутникові дані на свій Google диск. Третя практична робота «Завантаження векторних даних та топографічних мап у робоче середовище, їх аналіз і оцифрування на прикладі дослідження зміни лісу в Чорнобильській зоні» знайомить читача з механізмом завантаження до GEE даних із зовнішніх ресурсів, зокрема з топографічної мапи 1937 року та порівняння цих даних із сучасними

векторними даних OSM. У четвертій практичній роботі «Створення графіків на основі тематичних даних для дослідження розподілу кількості опадів та вологості в Олешківських пісках» знайомимо читача із практичним механізмом класифікації пустель та напівпустель за розподілом опадів та вологість ґрунту, зокрема на прикладі Олешківських пісків та пустелі Сахари в період з 2010 року по 2020 р. У п'ятій практичній роботі «Аналіз рельєфу із застосуванням моделювання підтоплених території України внаслідок підняття рівня океану. Створення профілю і відмивки рельєфу г. Говерли» читач має побудувати просту модель затоплення земної поверхні України внаслідок підвищення Світового океану на 50 метрів чи на інший довільний рівень. Порахувати площу підтоплення, побудувати профіль рельєфу та створити відмивку рельєфу гір Петрос та Говерла. У шостій практичній «Візуальне порівняння радарних та спектральних супутникових зображень, створення водної маски для дослідження паводку на річці Дністер» ми порівнюємо аналіз радарних та оптичних геоданих на прикладі дослідження паводку і знайомимося з інструментом створення маски води (аби інші дані не створювали шумів, щодо дослідження наслідків стихійного лиха). У сьомій практичній роботі «Вивантаження узагальнених середньостатистичних даних у форматі таблиці у результаті аналізу зміни температурних показників на території України» ми акцентуємо увагу на кліматичних дослідженнях, зокрема на основі датасетів створюємо графік температури поверхні для густо забудованої території (Троєщини) та для території з лісовим покривом (Національний природний парк «Залісся») та знайомимося як експортувати ці дані в табличний формат (CSV). У восьмій практичній «Розрахунки спектральних індексів NDVI та NDWI для моніторингу змін стану рослинного покриву на Кримському півострові» ми знайомимо читача зі механізмом визначення усередненого значення NDVI (індекс вегетації) та NDWI (індекс вологості) за п'ять місяців (з травня по вересень) 2013 - 2021 роки у межах Кримського півострова, та створенням лінією тренду у графіках. У дев'ятій практичній «Розрахунок втрати лісу з візуалізацією у

користувацькому інтерфейсі на основі даних Global Forest Change для дослідження негативних змін лісового покриву України» читач знайомиться із можливоістю моніторингу втрат лісового покриву на території України з 2000 по 2019 рік використовуючи базу даних Global Forest Watch. Читач може створити мобільне вікно для автоматичного розрахунку площу зміни лісового покриву на території України з 2015 по 2018 роки. У десятій практичній роботі «Класифікування водойм за допомогою методу машинного навчання Random Forest на території Шацьких озер» читач знайомиться з механізмом та логікою машинного навчання Random Forest, порівнюючи площу водної поверхні Шацьких озер за 2021 та 2020 роки за супутниковими знімками Sentinel-2. В одинадцятій практичній роботі «Візуалізація растрових та векторних даних з відображенням легенди на мапі для дослідження впливу промислових об'єктів на стан атмосферного повітря» читач досліджує вплив вугільних теплоелектростанцій на стан атмосферного повітря у Європі у 2021 році за знімками із Sentinel-5P, а також читач знайомиться із механізмом компонування карти на веб-платформі Google Earth Engine (легендна карти, назва карти тощо). У дванадцятій практичній роботі «Створення композитних анімаційних зображень з різних супутникових даних для відображення карстових процесів в районі Солотвино» ми знайомимося як створити анімацію розвитку техногенного карсту за період з 2013 по 2021 рік з даних із різних місій супутникового моніторингу Землі та завантажити її на Google диск. У тринадцятій практичній роботі «Створення анімаційних зображень часових рядів вегетаційного індексу на прикладі аналізу динаміки лісового покриву» ми знайомимо читача із дослідженням динаміки зміни лісового покриву на території Рахівського району Закарпатської області через розрахунок індексу NDVI і створення відповідного графіка змін цього індексу на території обраної ділянки з 2014 по 2020 рік. Показуємо механізм маскування хмар із космічних зображень та створення анімаційного зображення із розрахованих мап індексу NDVI на обрану ділянку. У чотирнадцятій практичній роботі

«Створення інтерактивного додатку з метою дослідження верхньої межі лісу в Карпатах» читач знайомиться із логікою та механізмом створення елементів користувачького інтерфейсу та окремого інтерактивного додатка на веб-платформі Google Earth Engine.

Навчальна програма з позашкільної освіти: дослідницько-експериментальний напрям. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine має на меті формування в учнів компетентностей пов'язаних з аналізом супутникових знімків у хмарній платформі Google Earth Engine, розвитку їх критичного та наукового типу мислення.



Рис.20. Титульна сторінка Навчальної програми з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Дистанційне зондування Землі

Програма передбачає оволодіння компетентностями з основ дистанційного зондування Землі на поглибленому рівні. Зміст програми спрямовано на формування в учнів знань з основ обробки даних супутникового моніторингу Землі у хмарній платформі Google Earth Engine, опанування навичок роботи з відповідними його додатками, модулями, бібліотеками даних та інструментами аналітики, залучення до пошуку та досліджень. Мета програми полягає у формуванні у вихованців компетентностей, пов'язаних з аналізом супутникових знімків на хмарній

платформі «Google Earth Engine», розвитком їх критичного та наукового мислення. Загальна кількість навчального часу становить 324 години (9 годин на тиждень). Зміст програми містить теоретичну і практичну частини. Вивчення теоретичного матеріалу відбувається за допомогою таких форм роботи: лекції, дискусії, круглі столи тощо. Практична частина програми є логічним продовженням вивченої теми в теоретичній частині. Програма складається з восьми розділів: «Історія та вступ до програмування в геоінформаційних системах», «Дані для аналізу в Google Earth Engine», «Способи відображення географічних даних», «Математичні операції в Google Earth Engine», «Глобальні датасети», «Машинне навчання», «Користувацький інтерфейс», «Основи дослідницької діяльності». Ця програма може слугувати основою для створення програм спецкурсів та факультативів у циклі природничих дисциплін.

У 2023 році ми надіслали україномовний робочий зошит та посібник до компанії Google Earth Engine, аби отримати відгук на релевантність створених нами методичних матеріалів для освітнього процесу від розробників та фахівців, які працюють у цьому сервісі. Компанія Google Earth Engine опублікувала та оприлюднила робочий зошит та посібник на своєму сайті у розділі «Earth Engine resources for higher education» (ресурси Earth Engine для вищої освіти). Розроблені нами освітні матеріали представляють та репрезентують українську мову серед спільноти, яка опановує цей сервіс. Українська мова стала шостою мовою, на якій розроблені та рекомендовані на сайті Google Earth Engine освітні матеріали, поряд з англійською, японською, китайською, російською та перською мовами. А також МАНУ стала десятою організацією, освітні матеріали якої оприлюднили на цьому сайті.

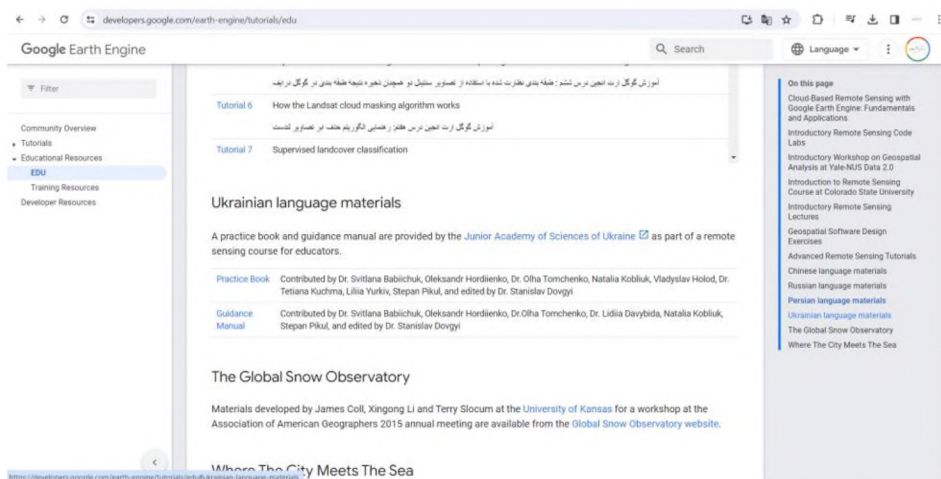


Рис. 21. Інтерфейс сайту компанії Google Earth Engine, де міститься посилання на робочий зошит до третього методичного блоку

<https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/edu>

Робочий зошит та посібник ми використовуємо як методичну основу для курсів для освітян найвищого, третього рівня складності за методикою «Основи ДЗЗ».

Розробка та впровадження процесуально-організаційного блоку моделі

Організаційний блок впровадження ІОС з основ ДЗЗ в Малій академії наук України розробляється з 2017 року. Головними компонентами блоку є: заходи для освітян і заходи для учнів (див. рис.22).

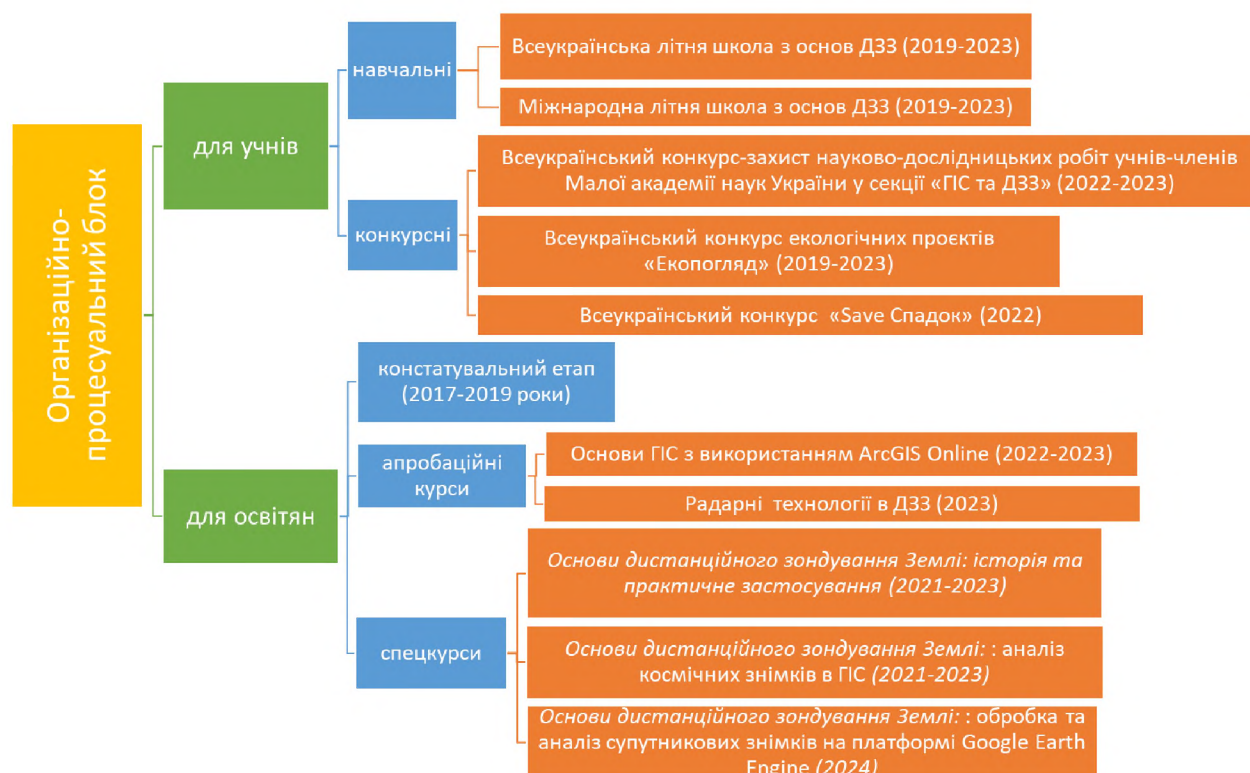


Рис.22. Структура організаційно-процесуального блоку

Розглянемо окремо кожен з компонентів. Робота з освітянською спільнотою, це той етап з якого ми починали розробку ІОС з основ ДЗЗ у 2017 році, а саме через організацію очних занять з освітянами міста Києва. Цей етап дав можливість зрозуміти, чи зацікавлені освітяни використовувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі в тих закладах в яких вони навчають і зрозуміти їх запити, щодо підтримки цього процесу. В цих курсах брали участь освітяни з усіх районів міста Києва і на основі результатів цього етапу ми розробляли стратегію розробки і впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

З 2021 року ми організували курси для освітян за трирівневою методикою «Основи дистанційного зондування Землі». Спершу ці курси планувалися в очному форматі, проте пандемія COVID -19 та потім, повномасштабна фаза російсько-української війни стала причиною зміни формату. Проте ми змогли зосередитися на позитивній стороні дистанційного формату, зокрема участь могли взяти освітяни з різних регіонів України і власне їхня участь залежала від їхньої мотивації (умовою відбору учасників є мотиваційний лист), а не від фінансової чи організаційної можливості. Кожен з рівнів курсу триває два тижні, перший рівень: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» – 42 години, другий рівень: «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в ГІС» – 40 годин та третій рівень: «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» – 30 годин. У цьому дослідженні ми описуємо результати першого та другого рівня курсів за 2021, 2022 та 2023 та третього за 2024.

Апробаційні курси «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ» ми організуємо з метою ознайомити освітян із новими ресурсами та/чи способами обробки даних супутникового моніторингу Землі. Зокрема, перший курс був організований оскільки хмарний сервіс ArcGIS Online є одним із найпопулярніших у світі середовищ ГІС, проте його функціонал аналітики відкритий лише для комерційних акаунтів, ми змогли його ввести як апробаційний курс після отримання гранту від компанії розробника – ESRI за програмою «ArcGIS for Schools Bundle». Курс з вивчення радарних технологій започаткований з огляду на те, що Україна сьогодні має лише один постійно діючий штучний супутник Землі від компанії ICEYE і він знімає активним способом. Також радарне знімання має ряд переваг над оптичним, зокрема ми можемо аналізувати знімки вночі, під час хмарної погоди тощо.

Заходи для учнів поділяються на два типи: навчальні і конкурсні. Навчальні: «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» та «Міжнародна літня

школа з основ ДЗЗ», ми організуємо для створення спільного освітнього середовища для учнів з різних регіонів України та різних країн світу з освітньою метою, а також з ціллю формувати в них навички співпраці та комунікації, оскільки підсумкове дослідження цих шкіл передбачає групову роботу учасників.

Конкурсні заходи: «Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», «Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», та «Всеукраїнський конкурс «Save Спадок», передбачають змагальний характер освітнього процесу. Зокрема до III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України секцію «ГІС та ДЗЗ» додали у 2022 році, в цій роботі ми описуємо результати досліджень учнів у 2022 та 2023 роках. Передумовою появи секції «ГІС та ДЗЗ» на III етапі цього Конкурсу стала методична та організаційна робота лабораторії «ГІС та ДЗЗ». Рішення про створення цієї секції на Конкурсі ухвалювалося на нараді директорів територіальних відділень МАНУ у 2021 році, шляхом відкритого голосування. Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів – «Екопогляд» перший конкурс, який ми організували у 2019 році, в рамках впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Він створювався як прототип Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ, аби зрозуміти чи цікавить цей напрям учнів і чи зможемо ми повноцінно організувати секцію на III етапі Конкурсу.

Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» не був спланований заздалегідь, ідея його створення виникла у результаті повномасштабного вторгнення РФ на територію України та публічних запитів громадських організацій та державних органів влади, щодо участі громадян у зборі даних про пошкодження та руйнування об'єктів культури, цивільної інфраструктури в наслідок збройної агресії. Тому було прийнято рішення про залучення до цієї діяльності учнів через організацію окремого конкурсу.

Отже ми розглянули організаційно-процесуальний блок впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ та його компоненти: заходи для освітян (констатувальний етап дослідження; апробаційні курси: «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ»; спецкурси за рівнями: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine») і заходи для учнів (навчальні: «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» та «Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ» та конкурсні: «Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», «Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», та «Всеукраїнський конкурс «Save Спадок»).

Організація заходів для учнів

Освітні заходи для учнів ми умовно поділили на заходи навчального і змагального характеру. До заходів навчального характеру ми відносимо Всеукраїнську та Міжнародну літні школи, а до заходів змагального характеру – Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів – «Екопогляд» та Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

Навчальні заходи – це короткотривале (7-10 денне) інтенсивне навчання, яке організовано влітку (під час літніх канікул), аби учні змогли зосередитися виключно на засвоєнні навчальної програми курсу. Реєстрація на участь у школах – відкрита для усіх охочих школярів, проте інтенсивна програма і наукове керівництво груповими проєктами зумовлює необхідність набирати групу учнів орієнтовно 70 учасників для Всеукраїнської літньої школи, та не більше 40 для Міжнародної літньої школи. Відбір відбувається за мотиваційним листом з врахуванням попередніх здобутків кожного з

потенційних учасників (брали участь у конкурсі-захисті науково-дослідницьких роботах МАНУ, в олімпіадах, громадських проєктах тощо).

Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ

Всеукраїнську літню школу ми почали організовувати з 2019 року. Загалом на цей проєкт зареєструвалося 709 дітей, з яких ми обрали 417 учасників, а успішно завершили навчання – 302 учасника, тобто майже кожен 2 учасник, що реєструвався на курс був відібраний, а з відібраних 27% не змогли успішно завершити навчання.

Навчальний день школи побудований таким чином:

- Лекція;
- Практична робота;
- Консультація (щодо поточної теми, домашнього завдання та наукових проєктів);
- Виконання домашнього завдання.

Програма передбачала, що кожного лектори пояснюють учням функціонал та можливості різних платформ зокрема: EO Browser (ESA); Google Earth (Google); Giovanni (NASA); NASA Worldview. Усі платформи мають відкритий доступ до даних. І усі (окрім Google Earth) працюють як хмарні сервіси і не потребують додаткових інсталяцій на робочі комп'ютери.

Таблиця 1.

Навчальна програма проєкту «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ»

де нь	платф орма	лекція	практична	Домашнє завдання
1	EO Brows er	«Фізичні основи ДЗЗ та знайомство з EO Browser»	«Дослідження наслідків надзвичайних ситуацій та змін урболандшафтів на прикладі розбудови (зростання) м. Києва»	Моніторинг стану атмосферного повітря у вашому населеному пункті (за даними супутника Sentinel-5P)

2	Google Earth	Знімками високої роздільної здатності в програмі Google Планета Земля	«Тематичне картографування змін площі Аральського моря в програмі Google Earth Pro»	Дешифрування та картографування сміттєзвалищ
3	Giovanni NASA	Можливості ресурсу GIOVANNI для досліджень екологічних проблем України	Аналіз концентрації NO ₂ та CO ₂ в атмосферному повітря України. Кореляційні зв'язки	Аналіз кореляції температури водної поверхні та цвітіння води у Чорному та Азовському морях
4	NASA World view	«Можливості ресурсу World View у дослідженнях антропогенних впливів на природу»	Дослідження світлового забруднення населених пунктів України, створення анімації із супутникових знімків	Tracking Climate Change with NASA Satellite Images

У крайній день школи передбачено проведення наукової конференції на якій учні презентують результати свого наукового проєкту. В середньому у групі до 20 учнів, різної вікової категорії і з різних міст України (що має на меті налагодити комунікаційні зв'язки між учнями).

Усі учні проходять опитування (через Гугл форму) двічі – вперше під час реєстрації для участі у літній школі (усі бажаючі навчатися в школі) і вдруге – після завершення навчання (ті учні, що були відібрані і пройшли навчання).

На відміну від курсів для освітян, де протягом усіх років на усіх рівнях курсів переважають жінки, на Всеукраїнську літню школу реєструються як хлопці так і дівчата майже в однаковому співвідношенні. Так у 2019 року було 51,4% хлопчиків, у 2021 – 49,2%, у 2022 – 52,8%, а у 2023 – 52,6%.

Спостерігається, що реєструються учні з різних областей України, і протягом досліджуваних років закономірності переважання учнів з певного населеного пункту не простежується. Так у 2019 році найбільша частка

учасників (40%) були родом із сіл Закарпаття, у 2021 році – Донеччини (12,5%), м. Києва (12,5%) та Хмельниччини (8,6%), у 2022 році майже чверть зареєстрованих учасників (23,7%) були родом з Буковини, а кожен десятий (11,8%) з Полтавщини, у 2023 році – майже чверть зареєстрованих учасників (23,8%) були родом з Черкащини, на другому місці за кількістю зареєстрованих учасників була Хмельниччина – 14,3%, на третьому (11,4%) – Вінниччина, на четвертому (8,6%) – Харківщина. Логіки ми в цьому не вбачаємо, дані не корелюють ні з кількістю учасників, які зареєструвалися чи успішно завершили спецкурси для освітян, ні з кількістю учасників в інших проєктах.

У 2022 році російська федерація окупувала такі регіони України як Донецька, Луганська, Запорізька та Херсонська області, там зараз ведуться активні бойові дії. Що, звичайно, вплинуло на освітній процес у цих регіонах. Під час реєстрації ми проводили опитування в якій області України проживають учні, у 2021 році з Донецької області було 12,5% зареєстрованих, Луганської -2,3 %, Запорізької -3,1% та Херсонської області – 3,9%, найбільша кількість зареєстрованих було з Київської області та з м. Київ (разом 21,1%), Донецької області (12,5%), та Хмельницької області – 8,6%. У 2022 які і у 2023 роках ніхто з учнів, які проживають на тимчасово окупованих територіях не зареєструвалися, але були учні які вказували, що ВПО.

Переважаюча більшість учасників проживала в містах (2019 рік – 68%, 2021 рік -73,4%, 2022 рік -77,6%, 2023 рік -71,4%,). Більшість учнів, які мали намір навчатися у літній школі є здобувачами базової середньої освіти зокрема у 2021 році найбільша частка потенційних учасників (25,8%) припала на учнів 9 класу, 23,4% - учні восьмого класу, 21,1% - учні дев'ятого класу, у 2022 році найбільша кількість учасників (30,3%) були учні восьмого та десятого класів відповідно, а у 2023 році – дев'ятого класу (32,4%). Ми звели та усереднили дані, щодо класу усіх учасників літньої школи за три роки і виявили, що найбільше цікавляться участю у проєкті учні 8 та 9 класів, при

тому що середній клас в якому навчаються учасники у 2021 році становила 8,7 а у 2023 цей показник зріс до 8,9 (див. рис. 23).



Рис. 23. усереднене значення класу учасників літньої школи з 2021 по 2023 роки

В Українській шкільній програмі з географії для 8 класу (13-14 років) є ознайомча тема про електронні карти, але практичних занять з вивчення ГІС програм та веб-платформ не передбачено. Проте на питання «Чи маєте ви досвід роботи з ГІС програмами (ARCGIS \ QGIS тощо)?» у 2021 році 89,8% вказали, що – «ні», 10,2 % - вказали що «так», у 2022 році кількість учнів, які мають досвід використання цих програм зросла до 15,8%, у 2023 цей показник становив 6,7%. Щодо питання «Чи маєте ви досвід роботи із супутниковими знімками?» у 2021 році кількість учнів, які мали такий досвід складала 41,4%, у 2022 – 44,2%, у 2023 – 18,1%. З практики викладання курсів з основ ДЗЗ для українських учнів ми визначили, що найзрозумілішими і найпростішими для використання в освітніх цілях є ресурс EO Browser та Google Earth. Однією з важливих причин цьому є те, що їх функціонал перекладений на українську мову та має інтуїтивно зрозумілий інтерес. Тому ми окремо поставили запитання «Чи користуєтеся ви програмою EO Browser чи Google Планета Земля?» на що у 2021 році учні відповіли: 16,4% - «так користуюся часто», 57,8% - «так, користувався\користувалася декілька разів» та 25,8 % - «ні, жодного разу». У 2022 році ці показники становили 15,8%, 53,9% та 30% відповідно. У 2023 році 12,4%, 48,6% та 39%. Отже протягом

досліджуваного періоду зростає частка потенційних учасників, які не мають, або мають незначний досвід використання платформ EO Browser чи Google Планета Земля, що в загальному корелює із зростанням частки учасників, які не мають, або мають незначний досвід роботи із даними супутникового моніторингу Землі та ГІС.

Оскільки відповіді ми відбирали учасників за їхніми мотиваційними листами, то вважаємо їх важливими частинами нашої роботи, аби розуміти і стимулювати мотиваційний аспект освітнього процесу. Деякі уривки з мотиваційних листів ми подаємо у додатку 3.

За підсумковим опитуванням проєкту першим і найбільш репрезентативним, на наш погляд, питанням було «Літня школа була для мене:» з варіантами відповідей «дуже корисна, достатньо корисна, цікава, але не корисна, некорисна». У 2021 році 64,3% учасників зазначили, що проєкт був для них дуже корисним, у 2022 році цей показник зріс до 98,9%, а у 2023 році склав 85,8%, найвищим цей показник був у 2019 році і склав 98%, ми пов'язуємо такий високий показник саме з форматом проєкту, оскільки лише у 2019 році він був очним, що окрім когнітивного компоненту забезпечував ще й високий рівень емоційний зв'язку між учасниками проєкту, які проживали, навчалися і подорожували разом більше тижня.

Наступне питання «Побудова та структура літньої школи. Відмітьте за бальною шкалою (де 5 – дуже добре, 1 – незадовільно)» питання, передбачає отримання суб'єктивної оцінки і для нас важливе з позиції організаторів, аби розуміти, чи формат проєкту та навчальний матеріал опрацьовується легко, чи викликає труднощі, оскільки такі інтенсиви не притаманні шкільному рівневі освіти. У 2021 році більшість учасників (64,3%) оцінили формат літньої школи на 5, майже кожен п'ятий (21,4%) оцінили на 4, кожен десятий (10,7%) на 3, 3,6% - оцінили на 2. У 2022 році ми змінили підхід до укладання навчальної програми курсу – зміни стосувалися здебільшого змісту програми, якщо попереднього року у пріоритеті було вивчити одну тему використовуючи різні ресурси, то у 2022 році ми зробили навпаки, збільшили

диверсифікацію ресурсів і знайомили з його функціоналом та можливостями і відповідно теми, які доцільно вивчати використовуючи дані цього ресурсу. Результати були значно кращими: 85,3% учасників оцінили структуру проєкту на показник 5, майже кожен четвертий (16,7%) оцінили на показник 4. У 2023 році ми вирішили додати додаткове завдання учасникам – обов'язкове виконання усіх домашніх практичних робіт. Навіть за умови того, що час було обрано у період літніх канікул, інтенсивне навантаження на учнів було дещо завелике, оскільки необхідно окрім навчання підготувати підсумковий проєкт та представити його на підсумковій конференції. Це одна з, на нашу думку найважливіших з причин чому у 2023 році оцінки з питання про побудову та структуру літньої школи стали дещо нижчими, зокрема на показник 5 проєкт оцінили 61,5% учасників, на 4 – 34,6%, на 3 – 3,8%, на оцінку 2 та 1 не оцінив жоден із учасників. У 2019 році усі учасники оцінили на 5, що знову ж важко порівнювати оскільки очна і заочна форма проведення передбачає різні активності і рівні взаємодії між викладачами та учнями і в учнів між собою.

Наступне питання «оцініть стиль проведення літньої школи» від 1 до 5, де 5 – дуже добре, 1 – незадовільно. Стиль проведення мається на увазі стиль комунікації. У 2021 році 57,1 % учасників оцінили на 5, на показник 4 оцінили – 35,7 % учасників, на оцінку 3 – 7,1%. У 2022 році ми змінили стиль викладання на більш неформальний (використовуючи сленг під час пояснення матеріалу), учні сприйняли цей крок досить позитивно 100% учасників оцінили стиль викладання на 5. Вважаємо це потребує глибшого дослідження, аби визначити та зрозуміти вплив неакадемічного та академічного стилю викладання на рівень засвоєння матеріалу. У 2023 році ми повернулися до більш академічного стилю і майже кожен четвертий (26,9%) учасників оцінили стиль викладання на 4, на 5 оцінили 73,1%. У 2019 році стиль викладання більшість учасників (89%) оцінили на 5, решту на 4.

Один з аспектів проєкту, якому ми приділяємо значну увагу є підбір та підготовка лекторів, оскільки це наріжний камінь результатів літньої школи.

Тому для нас важливо було розуміти, як оцінюють роботу лекторів учасники школи, а саме чи зрозумілою мовою пояснює матеріал, чи формує уявлення про складні процеси, які учень не може побачити чи торкнутися як от діапазони електромагнітного випромінювання, радарні технології знімання, тощо. Для учасників школи які її успішно завершили ми ставили запитання «оцініть роботу (спосіб донесення навчального матеріалу) лекторів» від 1 до 5, де 5 – дуже добре, 1 – незадовільно. Отже у 2021 році більшість учасників (78,6%) оцінили роботу лекторів на 5, на показник 4 оцінили 14,3%, на показник 2 – 7,1%. На показники 3 та 1 не оцінив жоден із респондентів. У 2022 році ми переглянули стратегію викладання і вирішили мінімізувати кількість термінів, які необхідні для пояснення навчального матеріалу, у випадку якщо вони необхідні ми їх одразу пояснюємо та формуємо уявлення на практичних повсякденних прикладах з побуту. Навіть ті терміни які учні мали уже знати згідно шкільної програми. Ця стратегія дала результати у 2022 та 2023 роках усі учасники (100%) зазначили, що робота лекторів на високому рівні та оцінила на показник 5.

Завершальне питання анкети, яку ми будемо описуємо в цій частині нашої роботи є «Чи справдилися очікування від участі у літній школі» у 2021 році 75% вказали, що очікування повністю справдилися, 21,4% - деякою мірою виконанні, не виконанні 3,6%. У 2023 році 84,6% учасників зазначили, що очікування повністю справдилися, 15,4% - деякою мірою виконанні, відповідь «не виконані» не обрав жоден із учасників. У 2019 та 2022 році усі учасники вказали, що їх очікування повністю справдилися.

Отже учасники проекту «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» мали можливість протягом п'яти днів ознайомитися із можливостями 5 сервісів де зібрано, систематизовано та можна проаналізувати дані супутникового моніторингу Землі. Цей проєкт націлений на українських учнів і загалом за короткий термін учні вчать як використовувати геодані у дослідницькій діяльності. Натомість, Міжнародна літня школа націлена на міжнародну

спільноту учнів, які цікавляться ДЗЗ, українські учні також беруть участь у цьому проєкті, але на рівних умовах з учасниками з інших країн.

Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ

Концепція проєкту розроблялася з 2018 року. Як і всеукраїнська літня школа, кожного року ми дещо удосконалювали програму. Мета проєкту двокомпонентна: ми навчали використовуючи ті методики, які розроблені в лабораторії, в тому числі враховуючи краєзнавчий принцип навчання (більшість практичних розроблені на прикладі території нашої держави), тобто нам важливо розуміти, чи «працюють» наші методики на учнів, які живуть в інших країнах і чи має такий проєкт попит серед учнів інших країн. Друга частина мети – інтегрувати українських учнів у спільноту інших країн, для цього ми відбирали учнів, які володіють англійською мовою на рівні не нижче B1 та мають високу мотивацію розвивати свою дослідницьку компетентність.

Загалом на Міжнародну літню школу за 4 роки зареєструвалися 814 учасників, ми відібрали і успішно завершили навчання 142 учасника. Школярі які успішно завершили навчання окрім України, були родом з Польщі, США, Кенії, Індії, Словаччини, Лівану, Філіппін, Індонезії, Ірану, Гватемали, Румунії, Ємену, Пакистану та Німеччини.

Вперше ми провели проєкт у 2019 році він був у змішаному форматі, очно для українських учнів (м. Поляна Закарпатської області) та в онлайн для учнів з Кенії та Індії (див. Додаток Щ). У 2020 ми не проводили проєкт у зв'язку з початком пандемії COVID-19, з 2021 року проєкт ми проводимо в заочному (онлайн) форматі.

Учні, які бажають взяти участь у цьому проєкті під час реєстрації також мають пройти опитувальник, за яким ми визначаємо, чи достатньо учень вмотивований навчатися і чи достатній в нього рівень володіння англійською мовою, окрім прямого питання про рівень володіння мовою, анкета та мотиваційний лист необхідно заповнити англійською мовою, тому ми маємо як суб'єктивну так і об'єктивну оцінку учнів.

Щодо гендеру, які і у Всеукраїнській літній школі, хлопчики і дівчатка майже однаково цікавляться участю в школі, у 2019 році хлопчиків було 59%, у 2021 році - 62%, у 2022 – 67%, у 2023 – 53,2%.

Першим в анкеті (після персональних даних) було питання «Have you ever heard of Earth Remote Sensing? If yes, could you please specify where? (*Ви коли-небудь чули про дистанційне зондування Землі? Якщо так, то вкажіть, де саме*)» це питання відкрите і передбачало що учасники матимуть змогу коротко розповісти про свій досвід. Більшість учасників не чули (кожного року від 49% до 78%) про цей термін, проте бачили супутникові знімки, і їх цікавить де можна знайти, завантажити і як працювати із супутниковими знімками.

На питання «Як ви можете оцінити свої теперішні навички в галузі дистанційного зондування?» не обхідно було оцінити від 1 до 5, де 1 – початковий рівень формування навичок, 5 – фахівець. Ми усереднили значення за усі роки і визначили, що більшість учасників проєкту оцінює свої навички на показник «3» (39,7 %) на показник «2» – 28,5%, на показник «1» – 16,8%, на показник «4» – 10,4 %, на показник «5» - 4,6%.

Наступне питання «Do you know what satellite images are, and have you ever used them? (*Чи знаєте ви, що таке супутникові знімки і чи використовували їх коли-небудь?*)» передбачало розгорнуту відповідь і з ті учасники (38%), які відповіли ствердно на досвід використання супутникових знімків зазначили, що найчастіше користувалися ресурсами компанії Google (Google Maps, Google Earth тощо).

Для того аби удосконалювати програму з року в рік ми запитували «Які існують у вашій країні екологічні проблеми?» кожна з відповідей могла набрати максимум 100% (якщо усі учасники зазначали, що така проблемі існує у їхній країні), отже найбільш поширена екологічна проблема, яку зазначили потенційні учасники є забруднення атмосферного повітря (78,5%), забруднення водою (73,4%), вирубка лісів (62%), паводки та повені (53,2%), засухи та опустелення (31,6%) та стихійні лісові пожежі (27,8%).

Опис мотивації учасників брати участь у цьому проєкті також передбачала розгорнуту відповідь, де більшість вказали на потребу розуміти як і вміти застосовувати дані супутникового моніторингу Землі в екологічних дослідженнях. Деякі уривки з мотиваційних листів ми подаємо у додатку І.

Після курсу ми запитали «"Estimate, in percentages (%), what part of the information during the course was understandable for you?" (*Оцініть у відсотках (%), яка частина інформації під час курсу була для вас зрозумілою?*)» ми сумували відповіді за усі роки і визначили, що усереднене значення відповідей становить 78,2%. Наступне питання «Will you continue studying and using Remote Sensing for your future school projects? (*Чи будете ви продовжувати вивчати та використовувати дистанційне зондування для своїх майбутніх шкільних проєктів?*) » підсумовуючи відповіді 98,2% учасників, що пройшли курс – зазначили, що «так». Наступне питання «Would you be interested in using Remote Sensing tools in your school? If so, in which disciplines? (*Чи були б ви зацікавлені у використанні інструментів дистанційного зондування у вашій школі? Якщо так, то в яких дисциплінах?*)» більшість (75%) зазначили, що хотіли, аби дані супутникового моніторингу Землі використовувалися під час вивчення географії, 24% - біології, 1% - фізики.

Після курсів ми знову запитали учасників «How can you evaluate your current skills in Remote Sensing? (*Як ви можете оцінити свої теперішні навички в галузі дистанційного зондування?*)», де 1 – початковий рівень формування навичок, 5 – фахівець. Більшість відповідей змістилася на один показник вище, а саме до оцінки «4» (48,9%), показник «2» – 4,5%, на показник «3» – 36,4 %, на показник «1» - 10,2%. Тут цікава тенденція що жоден з учасників який пройшов курси не вказав, що він є фахівцем у галузі ДЗЗ.

Оскільки це міжнародний курс, для нас важливо, аби учасники розуміли, що цей проєкт організований українськими науковцями і ми продукуємо українські освітні методики, тому ми запитали «Did you know

about such country as Ukraine before? If yes - what particularly? Are you interested in visiting Ukraine in future?» (*Чи знали Ви раніше про таку країну як Україна? Якщо так, то що саме? Чи зацікавлені ви відвідати Україну в майбутньому?*). 92% - зазначили, що хочуть відвідати Україну (з 2022 року більшість відповідей містила корекцію, що відвідують після завершення війни). Майже усі учасники (89%) чули про Україну, до курсів.

Міжнародну літню школу з основ ДЗЗ ми організуємо щорічно і запрошували як лекторів науковців з інших організацій: Національного університету «Києво-Могилянська академія», Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Харківського авіаційного інституту та з інших країн зокрема з Чехії (Charles University) Німеччини (Heidelberg University of Education, Heidelberg, Germany) та Словаччини (Technical University in Zvolen). Усі лектори викладають англійською мовою, без перекладачів, що є важливою передумовою занурення в англійське середовище, при тому що жоден з лекторів не є носієм мови, проте володіє на рівні не нижчому B2. Ми побачили, що порівняно з учнями з Філіпін, Кенії, Індонезії тощо рівень володіння англійською мовою в українців середньому нижчий, проте українці вмотивовані навчатися і вивчати цю мову.

Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів – «Екопогляд»

Проєкт цього конкурсу ми почали розробляти з 2018 року. Вперше організували конкурс у 2020 році, від тоді конкурс щорічний. Суть конкурсу – популяризувати, мотивувати та навчити учнів досліджувати екологічні проблеми використовуючи сучасні інформаційні технології, зокрема ГІС та ДЗЗ. Умови конкурсу оприлюдненні на сайті Національного центру «МАНУ», участь можуть брати учні від першого по 12 класи (Додаток Л). Загалом на конкурс з 2020 року зареєструвалися та пройшли навчання 1482 учасника. В конкурсі можуть брати участь як учні, які навчаються в секціях «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях Малої академії наук України, так і учні, які самостійно опановують ці технології, для останніх ми розробили дистанційний курс на платформі Canvas (див. Додаток М), який складається

з чотирьох модулів: Знайомство з конкурсом та основами дистанційного зондування Землі, Використання онлайн ресурсу EO Browser для дешифрування та аналізу доступних космічних знімків, Знайомство з платформою супутникового моніторингу Землі - Giovanni NASA, Створення власного дослідницького проєкту. Окрім того ми розробили 5 модулів відео-курсу за темою «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи» для учасників конкурсу, де перший модуль присвячено теорії фізичних основ створення супутникових знімків, другий знайомить із функціоналом та можливостями сервісу Google Earth Pro, третій – EO Browser, четвертий - Giovanni NASA, п'ятий - NASA Worldview.



Рис. 24. QR-код покликання на відео-курс «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи»

Реєстрація учасників відбувається шляхом заповнення ними Гугл форми. Важливою тенденцією, яку можна прослідкувати аналізуючи анкети конкурсу з 2020 по 2023 роки, є щорічне збільшення частки учасників, які починають здобувати базову середню освіту. Так, у 2020-2021 році учнів 5 класу було – 1,2%, 6 класу – 5,3%, 7 класу – 6,5%, 8 класу – 22,1%, 9 – 18,3%. Наступного навчального року (2021-2022 років) учнів 5 класу було – 2%, 6 класу – 7,2%, 7 класу – 14,5%, 8 класу – 11,2%, 9 – 16,8%. У 2022-2023 році учнів 5 класу було – 3,3%, 6 класу – 9,2%, 7 класу – 6,7%, 8 класу – 16,7%, 9 – 18,3%. Учні, які здобувають повну загальну середню освіту (8-11 класи) кожного року займають близько половини усіх учасників конкурсу. У фінал

з усіх учасників першого етапу можуть потрапити 15 конкурсних робіт, і предметно що у конкурсі 2022-2023 року у фінал вийшла робота учня першого класу.

Дистанційний курс та відео курс ми розробили ґрунтуючись на тому, що в конкурсі найбільша частка учасників, яка ще немає досвіду проведення власних досліджень. На питання «Ваш статус в МАН» у 2020-2021 році 57,7% учасників вказали – що планують вперше проводити дослідження, у 2021-2022 роках – 74,4%, у 2022-2023 роках 54,2%. у 2020-2021 році 24,5% учасників вказали, що мають статус «слухача Малої академії наук України» у 2021-2022 роках – 16,8%, у 2022-2023 роках 29,7%.

Відповіді на наступне питання «Чи маєте ви досвід роботи зі супутниковими знімками» також має певну тенденцію, яка простежується протягом років дослідження, зокрема частка учнів, які не мають попереднього досвіду використання супутникових знімків з кожним роком зменшується, зокрема у 2020-2021 їх частка становила 88,7%, у 2021-2022 роках – 87,1%, у 2022-2023 роках – 76,5. Решта учнів зазначили, що більшою чи меншою мірою мають передній досвід роботи із супутниковими знімками.

Наступне питання «Чи брали ви участь в конкурсі "Екопогляд" минулого року?» учні мали можливість надати три варіанта відповідей «так», «ні», «фіналіст». Кожного з досліджуваних років кількість учнів, які беруть участь в конкурсі вперше перевищує 90% зареєстрованих. У 2020-2021 їх частка становила 95,6%, у 2021-2022 роках – 96,8 %, у 2022-2023 роках – 94,2%. Проте у цьому питанні, також простежується деяка тенденція, зокрема, все більша кількість фіналістів, які брали участь у конкурсі в минулому році, повертаються наступного року, аби спробувати свої сили ще раз. Зокрема, у 2021-2022 їх частка становила 1,6%, у 2022-2023 роках – 3,3%.

На питання «Чи користуєтеся ви електронними картами, наприклад Google maps, Apple Maps, MapBox, TomTom тощо» приблизно 2/3 учасників кожного із досліджуваних років надавали ствердну відповідь. Зокрема, у 2020-2021 їх частка становила 75,5%, у 2021-2022 роках – 78,4 %, у 2022-2023

роках – 75,6%. Решту зареєстрованих учасників вказали, що не мають такого досвіду.

Наступне питання має цінність для дослідження, оскільки навчання, яке ми проводимо для учнів базується на використанні сервісів Європейського космічного агентства (ESA) та Американського Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (НАСА). Питання звучало «Чи маєте ви досвід роботи з інтернет-ресурсами Європейського космічного агентства чи NASA». Помітно, що частка учасників, які вказали що мають такий досвід зростає з кожним роком. Зокрема, у 2020-2021 їх частка становила 10,6 %, у 2021-2022 роках – 11,8 %, у 2022-2023 роках – 16,7%. Це також пов'язано, з тим що територіальних відділеннях Малої академії наук України, в яких працює секція «ГІС та ДЗЗ» - найбільш популярним методичним пакетом для роботи з учнями є перший рівень нашої методики – «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», який власне і розроблений на базі використання сервісів Європейського космічного агентства та Американського Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору.

Наступне питання, більшою мірою спрямоване на розуміння тенденцій і поточного стану «За якими картами ви навчаєтеся у своєму закладі освіти» з варіантами відповідей: «здебільшого паперові», «здебільшого електронні», «змішано». Ми розуміємо, що перехід на електронні карти – це довготривалий і складний процес, оскільки необхідно надати освітянам не лише методичні та дидактичні матеріали, але й навчити їх користуватися цими матеріалами. Проте відповіді учасників конкурсу на це питання також має певну тенденцію, зокрема, частка учнів, які вказали, що під час освітнього процесу використовують здебільшого електронні карти, зростає протягом досліджуваного періоду. Так, у 2020-2021 роках їх частка становила 3,1 %, у 2021-2022 роках – 5,2 %, у 2022-2023 роках – 8,4%. Частка учнів, які вказали, що користуються здебільшого паперовими картами становила у 2020-2021 роках – 59,6 %, у 2021-2022 роках – 62,1 %, у 2022-2023 роках – 51,3%, решта

учнів відповідно вказали, що користуються і електронними і паперовими у змішаному форматі.

Наступне питання «Якби у школі навчали створювати електронні карти замість рисування/заповнення контурних (паперових) карт, ви б таку ідею» має на меті зрозуміти поточні запити учнів, зокрема чи готові вони до опанування технологій ГІС, чи вважають вони, що навичка створення електронних карт більш важливіша для їхньої освіти, ніж навичка створення паперових карт. Варіанти відповідей на це питання були такі: «повністю підтримали», «відкинули», «за змішаний формат (контурні карти і електронні карти)» та «важко відповісти». Найбільша частка відповідей припадала на «повністю підтримали» (у 2020-2021 роках – 47,7 %, у 2021-2022 роках – 48,3 %, у 2022-2023 роках – 43,3%) та «за змішаний формат (контурні карти і електронні карти)» (у 2020-2021 роках – 37,8 %, у 2021-2022 роках – 39,3 %, у 2022-2023 роках – 41,7%). Частка відповідей «відкинули» (у 2020-2021 роках – 1,4 %, у 2021-2022 роках – 1,4 %, у 2022-2023 роках – 1,7%) та «важко відповісти» (у 2020-2021 роках – 10,1 %, у 2021-2022 роках – 10,2 %, у 2022-2023 роках – 10,8%) кожного року практично однакова.

Оскільки конкурс має явно виражену екологічну складову, ми запитали в учасників про їх екологічну свідомість та активність. Зокрема на питання «Чи залежить від вас екологічний стан вашого населеного пункту» ствердну відповідь давали близько 2/3 учасників протягом досліджуваного періоду (у 2020-2021 роках – 76,7 %, у 2021-2022 роках – 76,4 %, у 2022-2023 роках – 83,3%). Негативну відповідь (від мене не залежить екологічний стан мого населеного пункту) давали у 2020-2021 роках – 7,5 %, у 2021-2022 роках – 7,3 %, у 2022-2023 роках – 5,8% учасників. Відповідь «на це впливають великі підприємства, одна людина нічого не змінить» у 2020-2021 роках дали – 13,3 % учасників, у 2021-2022 роках – 13,9 %, у 2022-2023 роках – 6,7%. Наступне питання «Чи вважаєте ви себе екологічно свідомою людиною» ствердну відповідь («так») надала переважна більшість учасників у 2020-2021 роках – 96,9 %, у 2021-2022 роках – 93,2 %, у 2022-2023 роках – 92,4%. Загалом ці

результати говорять про високий рівень екологічної свідомості серед учасників конкурсу і мотивацію досліджувати та покращувати екологічну ситуацію свого регіону.

Всеукраїнський конкурс – «Save Спадок»

Повномасштабне вторгнення російської федерації в Україну спричинило значні руйнування інфраструктурних та цивільних об'єктів по усій території нашої держави. Більш того, руйнація та нищення культурної спадщини, цивільної та енергетичної інфраструктур України стало «почерком» окупантів. Післявоєнне відновлення країни вимагатиме залучення значної кількості спеціалістів із знанням технологій ГІС та ДЗЗ. Тому, ми з 2022 року залучаємо учнів до створення бази даних злочинів окупантів щодо цивільної інфраструктури та культурної спадщини України через організацію Всеукраїнського конкурсу «Save Спадок». Станом на грудень 2023 в проєкті взяли участь 81 учень. Цей конкурс ми плануємо проводити до завершення військових дій в Україні. Метою проведення конкурсу є створення бази геоданих культурних та цивільних об'єктів України, які зазнали пошкоджень, руйнувань та знищення внаслідок військового вторгнення росії на територію України. А також з метою залучення здобувачів освіти до дослідницької та громадянської активності зі збору та аналізу фактів військових злочинів проти нашої країни.

Проєкт передбачає групову участь у конкурсі (від трьох учасників до семи в одній групі). Першого року збір геоданих відбувався через сервіс Google My Maps і передбачав картування лише об'єктів культурної спадщини. Учні наносили пунсонами пошкодженні та зруйновані об'єкти одного з населених пунктів (команди обирали його самостійно), які є в реєстрі нерухомої культурної спадщини Міністерства культури та інформаційної політики України. До кожного пунсона на карті учні заповнювати атрибутивні дані з інформацією про офіційну назву об'єкту, координати, охоронний номер, дату пошкодження, фотографії та відео з відкритих джерел та інше. Пізніше, ті команди, які нанесли найбільше об'єктів, найбільш повно

дослідили та описали стан зруйнованих культурних об'єктів в обраному населеному пункті, мали змогу скористатися знімками надвисокої розрізної здатності 0,5-2 м/піксель супутників Air Bus Pleiades, які лабораторія “ГІС та ДЗЗ” отримала від компанії “Sinergise” за програмою “Sentinel Hub”. Так на другому - фінальному етапі конкурсу, 15 учасників з 6 команд мали змогу знайти та додати супутникові знімки надвисокої просторової роздільної здатності до таблиці атрибутів електронної карти.

В результаті першого року (2022 року) учасники конкурсу нанести на карту більше 100 об'єктів, які охороняються законом та потребують відновлення. Для 55 об'єктів було отримано супутникові знімки для порівняння до та після руйнувань (див рис), що підтверджують руйнування чи пошкодження, зокрема для таких населених пунктів як Харків, Ізюм і Лисичанськ тощо. Для населених пунктів Святогірськ, Іванків та Василівка, Охтирка та Тростянець супутникові знімки не показали достатньої інформативності через низьку періодичність знімання в даній місцевості.

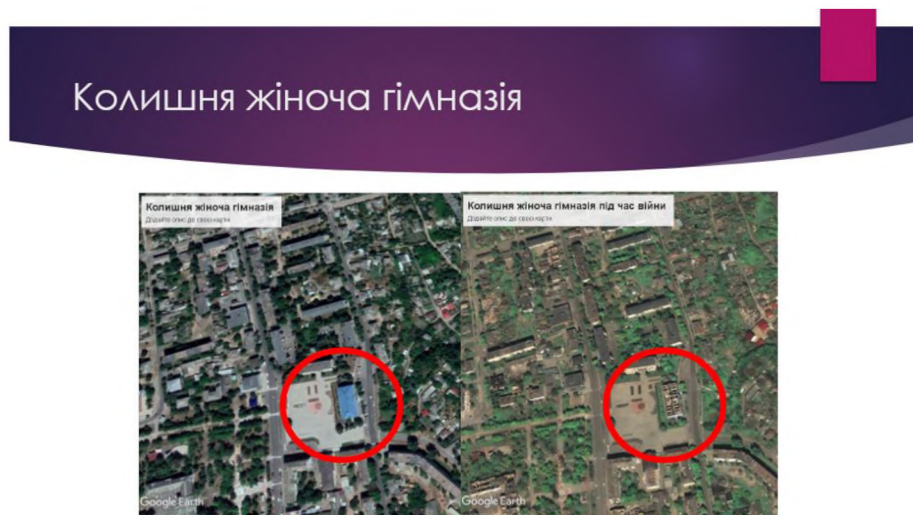


Рис. 25. Слайд з презентації команди фіналістів “Ukraine Memories”. Колишня жіноча гімназія в м. Ізюм до та після руйнування (Супутник Airbus Pleiades, 2022-05-06, комбінація true colors).

У 2023 році ми отримали підтримку від компанії ESRI (США) та доступ до роботи в середовищі ARCGis Online. Тому з 2023 року база геоданих перенесена і щорічно доповнюється в цьому ресурсі (див. рис.)

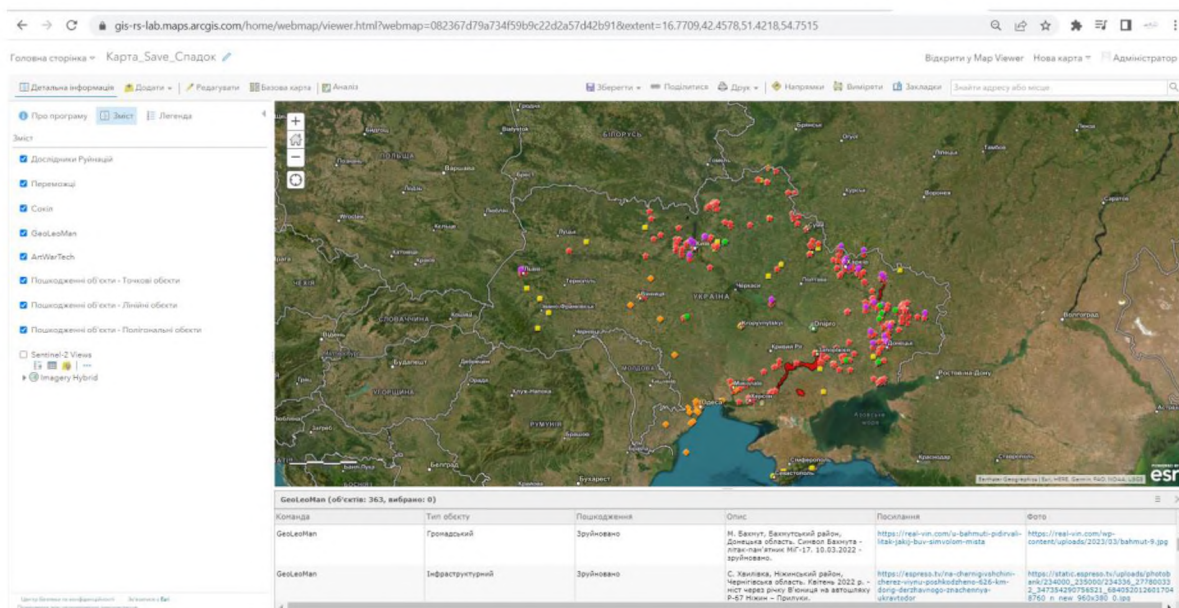


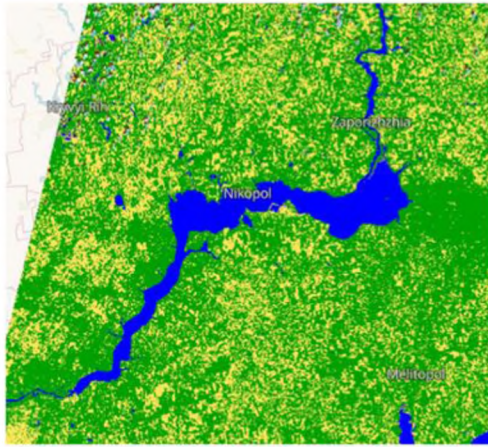
Рис. 26. скріншот електронної карти конкурсу «Save Спадок»

Лінк на карту:

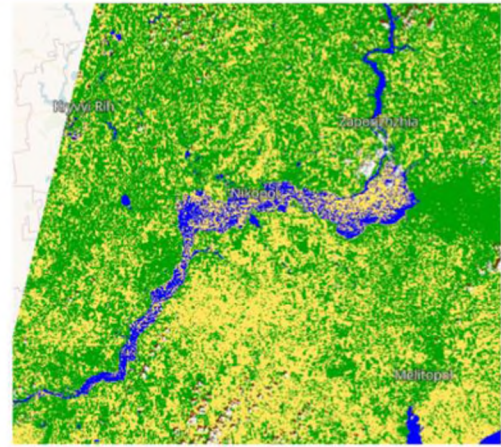
<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=082367d79a734f59b9c22d2a57d42b91&extent=16.7709,42.4578,51.4218,54.7515>

Аби побачити усі шари карти необхідно зареєструватися в середовищі ArcGIS Online знімки супутника Sentinel 2 – додані як базова карта, знімки надвисокої роздільної здатності не оприлюднені на карті (в цілях безпеки), містяться у презентаціях фіналістів конкурсу. Станом на серпень 2023 року учасники конкурсу нанесли 89 об'єктів цивільної інфраструктури, 473 об'єктів громадського призначення, 108 об'єктів інфраструктури, та 21 екологічний об'єкт (див. рис.26).

Каховське водосховище



(Космічний знімок Sentinel-2 (Scene classification map) за 05.06.2023)



(Космічний знімок Sentinel-2 (Scene classification map) за 05.07.2023)

Рис. 27. Слайд з презентації команди фіналістів “Дослідники Руйнацій”. Знімки з супутника Sentinel 2 земний покрив класифіковано за алгоритмом «Scene classification map»

Важливим компонентом для відбудови країни є залученість молодого покоління та його освіченість. Проведений конкурс показав, вмотивованість учнів використовувати інформаційні технології в процесі дослідження, та формування активної громадянської позиції щодо необхідності фіксування втрат культурної спадщини нашої країни та необхідності їх подальшого відновлення. Проте, використання супутникових знімків надвисокої просторової розрізненості вимагає значних коштів чи грантової підтримки дослідників.

Організація заходів для освітян

Курси для освітян – мають на меті ознайомити освітянську спільноту з інструментами ГІС та ДЗЗ, які можна використовувати в освітньому процесі закладів загальної середньої та позашкільної освіти. Курси для освітян були заплановані та організовані поетапно. Суть етапів зводилася до того, аби

визначити оптимальну для освітян форму і зміст курсів, яка би була для них ефективною, зручною та корисною. Перший етап курсів для освітян тривав три роки (з 2017 року по 2019 рік, включно). Цей етап проводився в очному форматі у закладах загальної середньої освіти міста Києва. В цьому етапі взяли участь 193 освітяни (здебільшого вчителі географії, екології, біології, фізики, інформатики). Курс проводився окремо для освітян кожного району міста Києва.

Другий етап (з 2020 року по 2024 рік – ми описуємо в цій частині роботи, але проєкт продовжується далі) – передбачає проведення спецкурсів для освітян від Національного центру «МАНУ». Форма організації спецкурсів: двотижневий інтенсив у форматі онлайн (обумовлено безпековими заходами в наслідок пандемії COVID-19 та повномасштабної фази російсько-української війни). Щоденне навчання складається з трьох компонентів: лекція, практичне заняття та самостійна робота. По завершенню навчання освітяни мають презентувати власні дослідницькі проєкти (теми обирають самостійно), у вигляді презентації, які супроводжується доповіддю і дискусією (від лекторів та учасників курсу) на підсумковій конференції.

Зміст спецкурсів: принцип підбору тем спецкурсу: від простішого до складнішого, теми мають стосуватися реального життя (тому більшість тем описані у вигляді ситуації, яка представлена у засобах масової інформації, і яку за даними супутникового моніторингу Землі ми можемо перевірити на валідність). Теми здебільшого стосуються моніторингу наслідків глобальних змін клімату, екологічних проблем та надзвичайних ситуацій як на території України так і глобального масштабу. Зміст спецкурсів також поділявся на рівні, що залежить від складності матеріалу, зокрема перший рівень викладався за програмою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», другий рівень – «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та третій рівень – «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Кожна програма за цими рівням передбачає щорічний

двотижневий інтенсив, за першим рівнем – весною, другий – осінню, третій – взимку.

Технічна основа: за принципом підбору дружнього (інтуїтивно-зрозумілого) інтерфейсу було обрано для початкового знайомства – хмарні сервіси, інформація опрацьовується на стороні сервера, отже потужності персонального комп'ютера менш важливі ніж швидкість інтернет зв'язку, також немає потреби інсталювати додаткові програми на свій девайс, що «економить» використання оперативної пам'яті. Такими сервісами ми обрали – EO Browser, Google My Maps, Google Earth Pro, ArcGIS Online (public version), NASA Worldview, NASA Giovanni та LandsatLook (U.S. Geological Survey). Для подальшого знайомства обрано професійні ГІС програми: Quantum GIS (з відкритим кодом) та ARCGIS Online (комерційний програмний продукт від ESRI), оскільки ці компанії є лідерами на ринку ГІС індустрії. Найвищим та найскладнішим рівнем для ознайомлення освітян з можливостями використання технологій ГІС та ДЗЗ ми вважаємо хмарний сервіс Google Earth Engine, оскільки робота в ньому передбачає принаймні базове володіння мовою програмування (Java Script або Phyton), проте його база даних і функціональні можливості обробки геоданих є найбільш потужнішими на сьогодні.

Опрацювання ефективності спецкурсів базувалося на об'єктивних та суб'єктивних показниках, зокрема учасники під час реєстрації на курс в обов'язковому порядку проходять анкетування на відкриті та закриті запитання, аби зрозуміти рівень підготовки та мотивацію вивчати ці технології в освітньому процесі. Після завершення курсу також учасники проходять анкетування із закритих та відкритих запитань, також ми проводили інтерв'ю з учасниками спецкурсів після піврічної перерви, що дає змогу побачити результат практичного використання знань, які освітяни отримали на спецкурсах. Безумовно найбільш вагомим і показовим показником ефективності спецкурсів є те, коли учасники курсів організують та очолюють секції «ГІС та ДЗЗ» у своїх територіальних

відділеннях, таким чином ІОС з основ ДЗЗ масштабується у територіальні відділення МАНУ і перетворюється на ідею спільноти.

Курси за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

Отже, перші курси для освітян за програмою першого рівня «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» ми розпочали 2021 року, на них зареєструвалося 71 освітян, а успішно пройшли навчання 31 учасник, у 2022 – 78 та пройшли навчання 34, у 2023 – 68 та 28 відповідно (успішним вважається навчання, якщо учасники виконали усі домашні завдання, підготували та захистили своє дослідження на підсумковій конференції).

Реєстрація та опитування проводилося за допомогою Google Forms, що дає можливість зберігати та в зручному форматі аналізувати відповіді учасників. На рис.28 представлено інформацію про учасників, які успішно пройшли курси для освітян. Найбільша кількість учасників була з міста Києва та Київської області, а також Полтавщини, Харківщини, Сумщини, Рівненщини та Кіровоградщини.

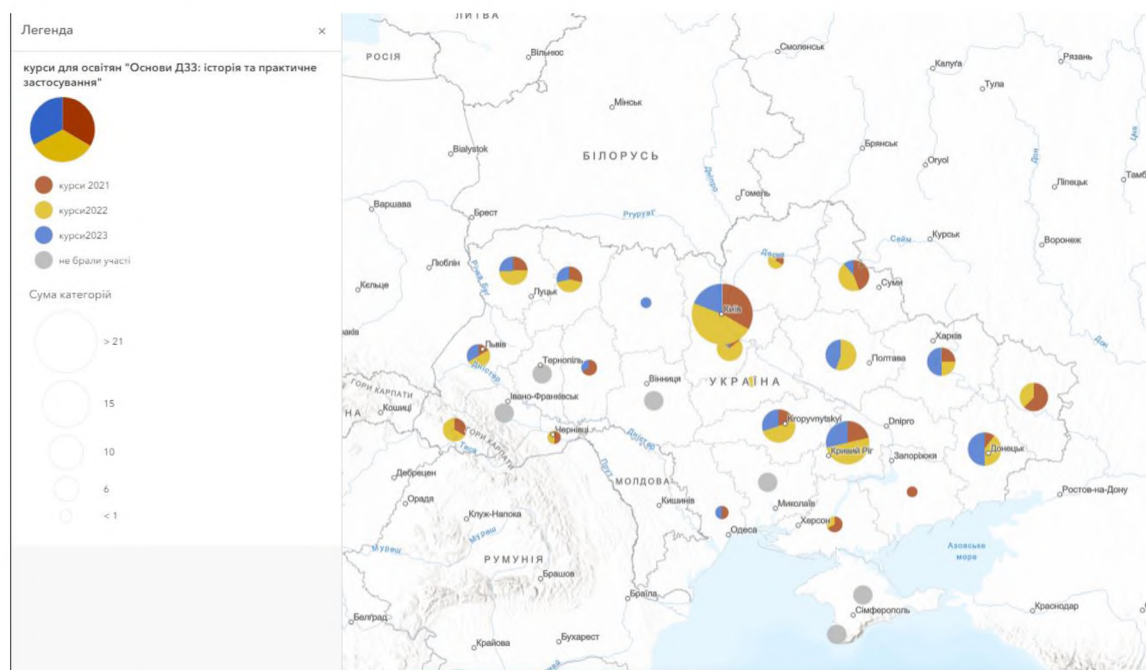


Рис. 28 Картосхема географії учасників спецкурсів для освітян 2021-2023 років за програмою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»

Більшість учасників спецкурсів першого рівня були жінки і становили 2021 року – 80,6%, 2022 року – 71,4 % та 2023 року – 75%. В курсі можуть брати участь освітяни і науковці, які офіційно працюють в систему МАНУ так і з інших закладів освіти. За три роки ми побачили, деяку тенденцію, що курсами з кожним роком все більше цікавляться освітяни з-поза системи МАНУ, так у 2021 року – 44,4%, 2022 року – 32,1 % та 2023 року – 54,2%, це здебільшого працівники закладів вищої освіти та наукових установ системи Національної академії наук України.

На питання «з якої галузі науки Ви є фахівцем?» кожного року більше половини відповідали, що є фахівцями у сфері географії (2021 р. – 50%, 2022 р. – 53,6%, 2023 р. – 50%) , також вчителі екології (2021 р. – 13,9%, 2022 р. – 17,9%, 2023 р. – 12,5%) та біології (2021 р. – 5,6%, 2022 р. – 7,1%, 2023 р. – 16,7%). Цікавою є тенденція, що кожного року найбільша частка учасників курсу – це освітяни, які мають стаж роботи більше 20 років (2021 р. – 41,7%, 2022 р. – 32,1%, 2023 р. – 41,7%). Також показовими є показники частки учасників із стажем до 5 років, зокрема у 2021 р. – 8,3 %, 2022 р. – 10,7%, 2023 р. – 16,7%, отже частка «молодих» вчителів, які мають намір розвиватися у сфері ДЗЗ та ГІС зростає.

На запитання «Пригадайте і коротко напишіть, коли і де Ви вперше побачили супутниковий знімок», більшість учасників зазначили, що під час навчання в університеті, проте було 4 учасника, які вказали, що вперше побачили супутниковий знімок, коли навчалися у школі. На питання «Чи використовуєте Ви супутникові знімки у своїй роботі?» було закритим і передбачало три відповіді: «так, використовую часто», «так, використовував \використовувала один або декілька разів» і «ні, жодного разу». Досить показовим стала частка відповідей «ні, жодного разу»: 2021 року – 19,4%, 2022 року – 10,7 % та 2023 року – 4,2%. Частка відповідей «так, використовую часто», розділена наступним чином: 2021 року – 25%, 2022 року – 17,9 % та 2023 року – 50%. Високий показник у 2023 році демонструє

загальну тенденцію до використання супутникових знімків в освітньому процесі закладів освіти.

Питання самооцінки дуже важливі для розуміння цілісної картини який досвід використання технологій супутникового моніторингу Землі мають учасники курсів. Перше питання звучало: «Оцініть свої знання із фізичних основ ДЗЗ» від одного до п'яти, де п'ять – найвищий показник знань, таку оцінку не поставив жоден учасник, найбільша частка відповідей припала на найнижчий показник – 1 (37,5%), на 2 припало – 12,5%, 3 – 29,2%, 4 – 20,8%. Наступне суб'єктивне питання пов'язано з попереднім – «Оцініть важливість використання супутникових знімків в сучасному освітньому процесі», оцінка також від 1 до 5 за тим же принципом що й попереднє. Показово, що найбільша частка відповідей припала на оцінку в «5» - 79,2%, на «4» - 16,7%, «2» - 4,2%, на «1» і «3» - не припало жодної відповіді. Тобто більшість учасників не мають, або мають (на їх думку) недостатній рівень знань із фізичних основ ДЗЗ, проте високо оцінюють важливість використання супутникових знімків в сучасному освітньому процесі. Наступне питання «Оцініть можливість використання супутникових знімків в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте», оцінка також від 1 до 5, де найбільша частка (79,2%) припала на показник «5», на показник «4» припало – 16,7%, на «3» – 4,2%, показники «1» та «2» не обрав жоден з учасників.

Програма курсу орієнтована на вивчення можливостей і функціоналу семи сервісів (зокрема, Європейського космічного агентства, Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (НАСА) та приватних компаній), проте найбільша кількість часу приділяється таким сервісам як EO Browser та Google Earth Pro. Тому доцільно розуміти, чи мають учасники досвід використання цих сервісів. Ми перевіряли це за допомогою питання «Чи користуєтеся Ви програмою EO Browser ?», частка відповідей «так, користуюся часто» у 2021 році становила –16,7 %, 2022 році -27,1%, у 2023 році – 8,3%, частка відповідей «так, користувався\користувалася декілька разів» у 2021 році становила –55,6 %,

2022 році - 39,3%, у 2023 році – 8,3%. Частка відповідей, де зазначалося, що учасники жодного разу не використовували сервіс EO Browser, розподілилася наступним чином: 2021 р. – 27,8%, 2022 р. - 33,6%, 2023 р. – 83,3%. Щодо сервісу Google Earth Pro – учасники спецкурсів більш обізнані і користувалися ним значно більше учасників, аніж EO Browser, можемо припустити що причина пов'язана з часом релізу сервісу, так Google Earth була оприлюднена компанією Google 2004 році, а EO Browser – 2015 року. Відповіді на питання «Чи користуєтеся Ви програмою Google Планета Земля?» розподілилися наступним чином: «так, користуюся часто» у 2021 році – 16,7%, 2022 році – 27,9%, у 2023 році – 50%; «так, користувався\користувалася декілька разів» у 2021 році – 55,6 %, 2022 році – 60,7%, у 2023 році – 33,3%; «ні, жодного разу» у 2021 році – 27,8 %, 2022 році – 11,4 %, у 2023 році – 16,7%. З цих двох питань простежується цікава тенденція, кількість учасників, які реєструються на курс і знайомі з сервісом Google Планета Земля зростає, а з сервісом EO Browser навпаки – падає.

Оскільки в цьому курсі ми використовуємо деякий функціонал ГІС, вважаємо важливим зрозуміти чи мають учасники досвід роботи в ГІС. Питання звучало «Чи маєте Ви досвід роботи з ГІС програмами (ARCGis \ QGIS тощо)?» показовим є, що частка учасників, які працювали в ГІС зростає з кожним роком, так у 2021 році вона становила – 30,6%, у 2022 році – 42,9%, 2023 році – 54,2%. Відповідно на решта відповідей припало на «ні».

Наступне питання звучить «Як Ви бачите зараз можливості використання супутникових знімків в освітньому процесі?», у цьому питанні можна було обирати декілька відповідей. За три роки перша трійка найбільшої частки відповідей належала: «для ілюстрації природних явищ» (2021 р. – 77,8 %, 2022 р. – 64,3 %, 2023 р. – 75 %), «як віртуальний глобус Землі» (2021 р. – 41,7 %, 2022 р. – 57,1 %, 2023 р. – 70,8 %), «для вимірювання площі та відстані різних об'єктів на земній поверхні» (2021 р. – 41,2 %, 2022 р. – 67,9 %, 2023 р. – 58,3 %), учасники мали можливість додати свої варіанти відповідей близько 30% учасників зазначили, що найбільш потрібними є

використання супутникових знімків в освітньому процесі для моніторингу динаміки процесів та явищ.

Відповіді на питання «Які відмінності має супутниковий знімок у порівнянні з паперовою картою» також передбачали обрання декількох варіантів. Показово також, що трійка лідерів відповідей з року в рік займають ті ж варіанти: «актуальність даних» (2021 р. – 88,9 %, 2022 р. – 82,1 %, 2023 р. – 87,5 %), «можливість моніторингу однієї ділянки в часі» (2021 р. – 94,4 %, 2022 р. – 75 %, 2023 р. – 79,2 %), «періодичне оновлення даних» (2021 р. – 83,3 %, 2022 р. – 71,4 %, 2023 р. – 70,8%), відповідь в яку ми закладали потенційні «страхи» освітян, а саме - «необхідність володіти спеціальними навичками в ІТ для аналізу інформації» має найменшу частку відповідей (2021 р. – 41,7 %, 2022 р. – 21,4 %, 2023 р. – 37,5%).

Учасники могли оцінити від 1 до 5 відповіді на питання «Чи впливає використання супутникових знімків на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б)». Найбільша частка (45,8%) припала на найвищу оцінку - 5, на 4 – 41,7%, 3 – 8,3%, 2 – 4,2%, 1 – 0%. Отже більшість учасників вбачає у використанні супутникових знімків в освітньому процесі мотиваційну складову. Наступне логічне питання, яке продовжує думку попереднього «Оцініть вміння ваших учнів до використання ІТ (загалом) в освітніх цілях», тут також можливі варіанти від 1 (низькі) до 5 (високі). Більшість учасників (45,8%) оцінила вміння своїх учнів на оцінку «3», на чотири – 25%, на п'ять – 20,8%, на два – 8,3 %, показово, що своїх учнів на 1 не оцінив жоден з учасників.

Перед курсом ми маємо розуміти, які «страхи» заважають учасникам опанувати а головне інтегрувати в освітній процес технології супутникового моніторингу Землі. Тому ми запитали «Що Вам здається найважчим в опануванні методик з обробки матеріалів супутникової зйомки», найбільша частка відповідей належала «відсутність відповідної освіти з обробки матеріалів супутникової зйомки» (2021 р. – 51,4 %, 2022 р. – 46,4 %, 2023 р. – 70,8 %), на другому місці частка відповідей «застаріле

комп'ютерне обладнання/програмне забезпечення» (2021 р. – 22,9 %, 2022 р. – 17,9 %, 2023 р. – 8,3 %) - очевидна тенденція до зменшення частки учасників, які вбачають у цьому проблему, ми вбачаємо в цьому позитивну тенденцію, оскільки з кожним роком все більшої популярності набувають хмарні сервіси, де інформація опрацьовується на стороні сервера, і технічні характеристики самого персонального комп'ютера, уже виходять на другий план. В цьому питанні також вбачаємо важливим зауважити частку відповідей «незрозуміле призначення нових методик» (2021 р. – 11,4 %, 2022 р. – 0 %, 2023 р. – 0 %), що вказує на те, що за три роки нашого дослідження потреба цих методик в освіті не викликає суперечливих думок серед учасників курсу.

Питання «Знання, які Ви здобудете під час спецкурсу зможете застосувати для» потрібне нам для того, аби ми розуміли сфери застосування наших методик учасниками курсів. Тут найбільша частка відповідей припадає на «організації науково-дослідницької роботи МАН» (2021 р. – 50 %, 2022 р. – 53,6 %, 2023 р. – 23 %), показовим також є кількість відповідей «для власного розвитку» (2021 р. – 8,3 %, 2022 р. – 14,3 %, 2023 р. – 35 %), вбачаємо в цьому позитивну тенденцію, оскільки збільшення частки учасників, які виявляють бажання до саморозвитку в освітньому секторі позитивно впливає на якість освітнього процесу який вони очолюють. Третя найбільш поширена відповідь – «щоб покращити свої знання природничих науках» (2021 р. – 27,8 %, 2022 р. – 17,9 %, 2023 р. – 29 %).

Оскільки курси передбачають двотижневий інтенсив, технічну підтримку та наукове менторство дослідження, яке учасники захищатимуть на підсумковій конференції, важливо відібрати тільки тих учасників, які будуть вмотивовані присвятити курсам час та сили. Для цього ми запитали учасників про їх мотивацію брати участь у курсі, деякі з відповідей ми подаємо у додатку І.

Опитування формує уявлення готовність освітян вивчати і використовувати технології супутникового моніторингу Землі в освітньому

процесі, зокрема про кількість, мотивацію, об'єктивні і суб'єктивні знання у сфері ДЗЗ тощо.

Учасники пройшли двотижневе навчання за програмою «Основи Дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування», усі матеріали, в тому числі програму ми оформили у вигляді гідуса учасника (Додаток І.1).

Курси за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в ГІС».

Другий рівень курсів для освітян за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в ГІС» ми також розпочали 2021 року, на них зареєструвалося 126 освітян, а успішно пройшли навчання 72 учасника.

Реєстрація та опитування проводилося за допомогою Google Forms, що дає можливість зберігати та в зручному форматі аналізувати відповіді учасників. Отже, цей курс пройшли освітяни з різних областей України, проте найбільше учасників було з міста Києва, Київщини, Львівщини, Рівненщини, Сумщини, Полтавщини та Харківщини.

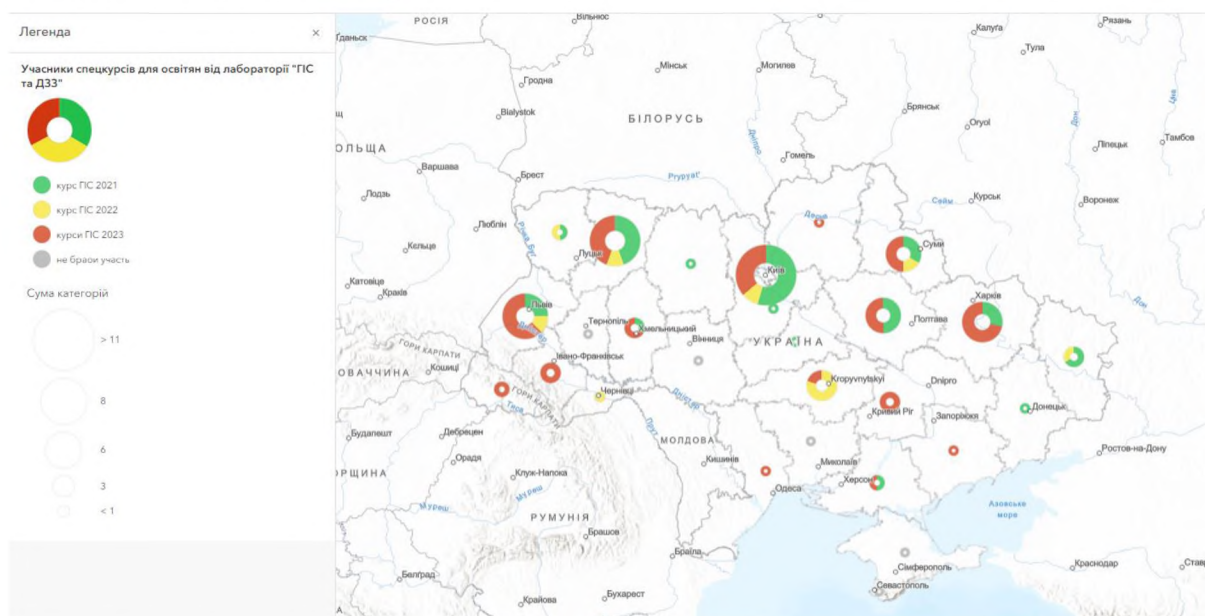


Рис. 29 Картосхема географії учасників спецкурсів для освітян 2021-2023 років за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в ГІС»

Більшість учасників спецкурсів другого рівня були жінки і становили 2021 року – 72,4%, у 2022 році – 70%, 2023 року – 72,9%, частка чоловіків на цьому курсі приблизно на 5% більша ніж на курсі першого рівня. Географія учасників курсів дещо відрізняється від географії курсів першого рівня, зокрема на другому рівні чітко виділяються за кількістю учасників, окрім міста Києва, Рівненщина, Львівщина, Харківщина, Полтавщина і Сумщина. Вбачаємо деяку тенденцію до збільшення кількості учасників, які не працюють в системі Малої академії наук України, а є викладачами вищої школи і науковими керівниками дослідницькими роботами учнів Малої академії наук України. Зокрема, кількість таких учасників у 2021 році становила – 31%, 2022 році – 20%, 2023 році – 54,2, тобто в середньому кожен третій учасник курсів. Як і на першому рівні найбільша кількість учасників є фахівцями у сфері географії (2021 р. – 51,7%, 2022 р. – 70 %, 2023 р. – 47,9 %), екології – в середньому 12%. Проте у 2023 році з'явилася досить велика частка фахівців (8,3%) – у сфері ГІС та ДЗЗ.

Як і у першому рівні курсу найбільша частка учасників має стаж в сфері освіти більше 20 років (2021 р. – 34,5 %, 2022 р. – 35 %, 2023 р. – 41,7 %), друга за кількістю вікова частка до 10 років (2021 р. – 20,7 %, 2022 р. – 30 %, 2023 р. – 27,1 %).

Відповіді на питання «Чи використовуєте Ви геоінформаційні технології у своїй роботі?» характеризуються певною тенденцією до збільшення кількості учасників, які часто їх використовують (2021 р. – 17,2 %, 2022 р. – 30 %, 2023 р. – 47,9 %). Частка учасників, які відповіли «так, використовував \використовувала один або декілька разів» у 2021 році становила – 69%, 2022 року – 60%, 2023 року – 41,7%. Відповідно частка учасників, які жодного разу не використовували геоінформаційні технології у своїй роботі зменшується протягом трьох років (2021 р. – 13,8 %, 2022 р. – 10 %, 2023 р. – 10,4 %).

На питання «Оцініть свої знання у сфері ГІС» від 1 (зовсім не знайомий з цими технологіями) до 5 (фахівець) розподілилися наступним чином, більшість учасників (52,1%) оцінила себе на показник «3», 22,9% - на «2», 10,4% - на «1», 8,3% на «4», 6,3% зазначила що є фахівцями у сфері ГІС і оцінили свої знання на показник «5». Питання «Оцініть важливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в сучасному освітньому процесі» більшість (87,5%) оцінили на показник «5» (дуже важливо), 10,4% оцінило на «4», 2,1% - оцінило на «3», на показник «2» та «1» ніхто з учасників не оцінив.

Відповіді на питання «Оцініть можливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте» розподілилися наступним чином: на показник «5» (повністю можливо) оцінили – 72,9%, на «4» - 18,8%, на «3» - 8,3%, на показник «2» та «1» ніхто з учасників не оцінив.

Питання «Чи користуєтеся Ви ГІС-програмами QGIS чи ArcGIS?», передбачало визначити яка частка учасників користуються найбільш популярними ГІС продуктами, відповідь «ні, жодного разу» у 2021 році становила 53,4%, 2022 року – 50%, 2023 році – 38,5%, що свідчить про збільшення кількості освітян, які опановують ці технології. Відповідь «так, часто користуюся» у 2021 році надали – 13,8%, 2022 року – 10%, а у 2023 році – 14,6%. Решта часток відповідей припадає на «так, користувався\користувалася декілька разів» відповідно у кожному році. У 2023 році ми вирішили уточнити, якою саме програмою учасники користуються частіше, виявилось, що більшість учасників (68,8%) користуюся часто та користувалися декілька разів користуються продуктами ArcGIS (враховуючи, що це комерційний продукт, а безкоштовна версія має обмежений функціонал, проте компанія власник – ESRI провадить активну рекламну та грантову програми в тому числі в освітній сфері), у той час як частка учасників які користаються QGIS становить 54,2%, хоча цей продукт

має відкритий код, і не потребує ліцензій для використання як в наукових так і в освітніх цілях.

Відповіді на питання «Чи маєте Ви досвід роботи з ресурсом Giovanni?» розподілені наступним чином: у 2021 році 19% учасників вказали, що мають досвід, у 2022 році частка виросла до 25% у 2023 році не змінилася (25%).

Оскільки це другий рівень курсу, то цілком логічним буде розуміти, яка кількість учасників уже брала участь у наших спецкурсах першого рівня і продовжує навчатися на другому рівні. У 2021 році учасників, які продовжують навчання на другому рівні було 32,8%, у 2022 році – 60%, у 2023 році – 52,1%. Наступне питання «Як Ви бачите зараз можливості використання геоінформаційних технологій та супутникових знімків в освітньому процесі?» учасники мали можливість одночасно обрати декілька відповідей, відповідь «для картографічного відображення природних явищ» у 2021 році складала 74,1% учасників, у 2022 році – 75%, у 2023 році – 68,8%, відповідь «для отримання статистичних даних змін на земній поверхні за супутниковими знімками» у 2021 році складала – 65,5%, 2022 році – 55%, а у 2023 році – 75%, відповідь «для наукової діяльності, укладання наукових робіт» у 2021 році – 75,9%, 2022 році – 80%, 2023 році – 87,5%, що свідчить про зростання зацікавленості учасників курсів використовувати технології ГІС та ДЗЗ в наукових цілях.

Найбільша частка учасників на питання «Що Вам видається найважчим в опануванні ГІС-методик з використанням матеріалів супутникової зйомки» відповіла «відсутність відповідної освіти з ГІС/ДЗЗ технологій» (2021 р. – 46,6 %, 2022 р. – 60 %, 2023 р. – 62,5 %), друга за кількістю відповідь «застаріле комп'ютерне обладнання/програмне забезпечення» у 2021 році – 31%, 2022 – 30%, у 2023 році – 8,3%. Ми пов'язуємо таку тенденцію з тим, що велика кількість учасників уже проходила курси першого рівня, де ми використовуємо хмарні сервіси, тому технічні характеристики персонального комп'ютера відходять на другий план, а особливо важливим стає швидкість інтернет-з'єднання.

Відповіді на питання «Чи впливає використання супутникових знімків та ГІС на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б)» розподілилися наступним чином: на показник «5» (дуже впливає) оцінило 50%, на показник «4» оцінило 33,3%, на показник «3» оцінило 16,7% на показник «2» та «1» (зовсім не впливає) не оцінив жоден з учасників. Питання «Оцініть вміння ваших учнів до використання ІТ (загалом) в освітніх цілях» більшість учасників (35,4%) оцінили на показник «3», на «4» - 27,1%, на «5» - 18,8%, на «2» - 14,6%, на «1» - 4,2%.

На питання «Які напрями досліджень Вас цікавлять» можна було обрати декілька відповідей, зокрема найбільші кількості відповідей припали на: «ландшафтознавство» (2021 р. – 60,3 %, 2022 р. – 75 %, 2023 р. – 64 %), «гідрологія» (2021 р. – 51,7 %, 2022 р. – 45 %, 2023 р. – 58,3 %), «геологія» (2021 р. – 27,6 %, 2022 р. – 45 %, 2023 р. – 43,8 %), «кліматологія та метеорологія» (2021 р. – 51,7 %, 2022 р. – 60 %, 2023 р. – 54,2 %), «екологія» (2021 р. – 67,2 %, 2022 р. – 55 %, 2023 р. – 81,3 %), «грунтознавство» (2021 р. – 41,4 %, 2022 р. – 35 %, 2023 р. – 43,8 %), «біогеографія» (2021 р. – 36,2 %, 2022 р. – 25 %, 2023 р. – 33 %), «програмування» (2021 р. – 25,9 %, 2022 р. – 20 %, 2023 р. – 18,8 %).

Більшість учасників зазначили, що хочуть використати знання, які отримують під час курсу для організації науково-дослідницької роботи учнів в Малій академії наук України (2021 р. – 51,7 %, 2022 р. – 75 %, 2023 р. – 43,8 %), для організації роботи секції «ГІС та ДЗЗ» (2021 р. – 15,5 %, 2022 р. – 10 %, 2023 р. – 8,3 %), для власного розвитку (2021 р. – 20,7 %, 2022 р. – 5 %, 2023 р. – 16,7 %).

Після завершення навчання ми також проводили опитування, щодо курсу, яке включало як суб'єктивну так і об'єктивну оцінку учасників. У 2021 році успішно завершили навчання 29 учасників, у 2022 – лише 11 (причиною такого показника був «блекаут» з середини жовтня 2022, який спричинений масовими обстрілами української енергетичної інфраструктури російською федерацією), у 2023 році – 32 учасника.

На запитання «На скільки для Вас був цікавий спецкурс» можна було дати оцінку від 1 (зовсім не цікавий) до 5 (дуже цікавий). У 2021 році на показник «5» курс оцінили 96,6% учасників (3,4% оцінили на «4»), у 2022 році – на показник «5» оцінили 90,9% (9,1% оцінили на «4»), у 2023 році - 100% учасників оцінило на показник «5».

Питання «Оцініть свої знання у сфері ГІС» також передбачало шкалу від 1 до 5, де 1 – низький рівень знань, а 5 – фахівець. Більшість учасників оцінили свої знання на «3» (46,9%), на «2» – 18,8%, на «1» – 16,5%, на «4» – 12,5% , на найвищу оцінку – «5» лише 6,3%. Оскільки важливо оцінити суб'єктивний прогрес учасників у засвоєнні матеріалу, ми попросили учасників оцінити від 1 (нема прогресу) до 5 (значний прогрес) власний прогрес у знаннях і навичках після проходження спецкурсу. У 2021 році більшість учасників оцінила його на показник «5» (55,2%), 27,6% оцінила на «4», на показник три оцінили свій прогрес майже кожен п'ятий (17,2%) учасник, на показники «1» та «2» не оцінив жоден з учасників спецкурсів. У 2022 році більшість учасників оцінила власний прогрес у знаннях і навичках на показник «4» (72,7%), 27,3% оцінила на «5», на показники «1» «2» та «3» не оцінив жоден з учасників спецкурсів. У 2023 році більшість учасників оцінила його на показник «4» (50%), чверть (25%) оцінила на «5», на показник три оцінили свій прогрес також чверть учасників, на показники «1» та «2» не оцінив жоден з учасників спецкурсів.

На питання «Чи впливає використання супутникових знімків та ГІС на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б)» більшість учасників (56,3%) оцінили на показник «5» (дуже впливає), на чотири оцінило 28,1% учасників, та три – 12,5%, на два – 3,1% на один не оцінив жоден з учасників. На питання «Оцініть вміння ваших учнів використовувати ІТ (загалом) в освітніх цілях» також необхідно було надати суб'єктивну оцінку від «1» (низький рівень) до «5» (високий рівень), більшість учасників оцінили своїх учнів на показник «3» (40,6%), на показник «3», «4» та «5» по 18,8% учасників , на показник «1» - 3,1%.

Відповіді на питання «На скільки складним було для Вас виконання практичних робіт?» ми представили у вигляді графіка. З графіка бачимо тенденцію, що за три роки учасникам доводиться приділяти все більше часу на курси, проте є тенденція, що зростає частка учасників для яких програма курсу не важка, або в цілому досить проста – зростає.

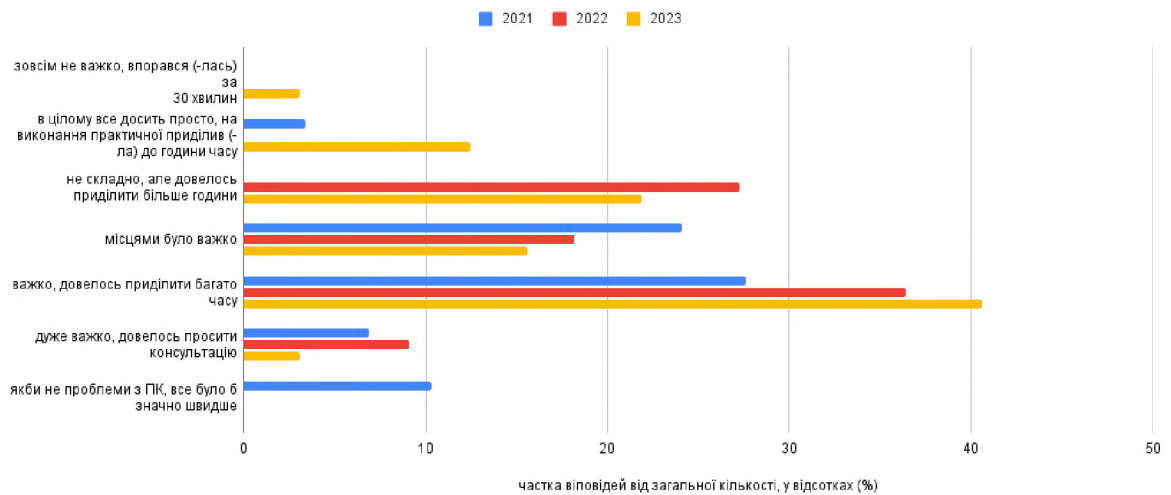


Рис. 30 Графік частки відповідей на питання «На скільки складним було для Вас виконання практичних робіт?» у відсотках

Оскільки навчальна програма передбачає диверсифікацію програмних продуктів ГІС, ми запитали учасників їхню оцінку про зручність їх використання. Зокрема Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу Giovanni-NASA та QGis. У 2021 році Giovanni на показник «5» оцінило 44,8% учасників, у 2022 – 63,6%, у 2023 році – 50%, на оцінку «4» у 2021 році – 51,7%, у 2022 році – 36,4%, а у 2023 – 40,6%, на показник «3» у 2021 році – 3,4%, у 2022 - жоден з учасників, а у 2023 – 6,3%, на показник «2» - 3,1% оцінили зручність сервісу учасники лише 2023 року, у попередні роки учасники такої низької оцінки сервісу не ставили, на позказник «1» не оцінив жоден з учасників курсів за усі досліджувані роки. Ми вбачаємо таку тенденцію до все нижчої оцінки курсу, оскільки у 2023 році ми оновили освітню програму додавши декілька занять з ArcGIS Online, який має україномовний інтерфейс, також ми активно використовуємо сервіс

Європейського космічного агентства – EO Browser, який також має україномовний (професійно перекладений) інтерфейс. Тому учасники спецкурсів у 2023 році мали більш зручні в плані мови можливості вивчати функціонал платформ, а ніж учасники у 2021 році, де усі сервіси були виключно англійською мовою.

Ця умова жодним чином не стосується програмного продукту QGIS, оскільки у всіх роках і версіях має україномовний інтерфейс. Отже оцінки цього ГІС продукту розділилися наступним чином: на показник «5» у 2021 році оцінило 34,5%, у 2022 році – 27,3% у 2023 році – 43,8%; на показник «4» у 2021 році оцінило 48,3%, у 2022 році – 45,5 % у 2023 році – 43,8%; на показник «3» у 2021 році оцінило 17,2 %, у 2022 році – 18,2 % у 2023 році – 12,5%; на показник «2» лише 9,1% учасників 2022 році, на показник «1» не припало жодної відповіді. У цьому випадку ми бачимо деяку тенденцію до збільшення числа учасників, які дають високу оцінку ресурсу, ми не пов'язуємо це з технічними характеристиками самого програмного продукту (його функціонал, який ми використовуємо в програмі курсу не значно змінився), а скоріше із досвідом викладання самого курсу, який ми набули протягом трьох років.

Щодо питання «в яких темах з шкільної програми доцільно застосовувати геоінформаційні технології аналізу супутникових даних» ми вважаємо відповіді дуже цінними для української освіти, оскільки їх надають вчителі-практики закладів загальної середньої та позашкільної освіти та викладачі закладів вищої освіти, тому ми виносимо їх окремим додатком до цієї роботи (див. Додаток Й)

Ми узагальнили відповіді учасників на запитання «Що в курсі для Вас виявилось найскладнішим? Чому?» протягом трьох років найбільшу складність в опануванні програми курсу викликав темп викладання, дві теми на день (отже дві лекції, дві практичні і ще дві самостійні роботи) вимагали багато часу, а курси тривають лише два тижні, отже потрібно було приділяти засвоєнню матеріалу багато часу, попри основну роботу, ця проблема не має

тенденції до зменшення протягом досліджуваного періоду. На другому місці технічні несправності (застаріле комп'ютерне обладнання, операційна система Linux, яка дещо по іншому візуалізує програмне забезпечення, нестабільний інтернет-зв'язок тощо), у цьому питанні ми бачимо позитивну тенденцію до зменшення у 2023 році. На третьому місці за складністю – відсутність досвіду у роботі з ГІС програмами, ця проблема також має незначну тенденцію до зменшення, проте вона обумовлена об'єктивними причинами, що цей курс другого рівня, і побудована таким чином, що ми опираємося на знання з фундаментальних основ ДЗЗ, які формуємо на першому рівні, проте кожного року є певна частка учасників, які не брали участі у курсах першого рівня, а одразу починають навчання з другого, тому в них виникає не розуміння фундаментальних понять (що таке електромагнітний спектр, особливості взаємодії різних діапазонів електромагнітного спектра із об'єктами на земній поверхні, просторове і темпоральне розрізнення супутникового знімка, мультиспектральні канали супутникового знімка, комбінація каналів, синтезоване зображення тощо).

На питання «Що в курсі для Вас виявилось найбільш корисним? Чому?» відповіді також передбачали вираження текстом власної думки, тому узагальнювати їх досить складно, проте спільним для них є те, що схожої тематики курсів, які би були створенні для впровадження технологій ГІС та ДЗЗ саме у шкільну освіту учасники не проходили, тому цей досвід для них повністю новий, а від того і цінний. Також узагальнюючи відповіді учасників ми виявили, що найбільш корисними було формування навичок роботи в QGIS, адже це доступна і безкоштовна платформа, яку можна використовувати в освітньому процесі без придбання додаткових ліцензій. Також у 2023 році ми додали практичні з ARCGis Online, тому учасники мали можливість порівняти як можливості так і доступність функціоналу двох найбільш популярних ГІС.

На нашу думку одне з найважливіших питань після курсу є «Чи допоможуть Вам отримані на курсі знання та навички додати/ оновити освітні

програми за якими Ви навчаєте у своїх закладах освіти», це стосується не лише закладів загальної середньої чи позашкільної освіти, але й вищої школи, оскільки чим більше елементів у системі зазнає точкових змін тим більше змінюється система. А наша кінцева ціль внісв систему шкільної освіти ту критичну масу змін, аби інструментарій ГІС та ДЗЗ органічно вплітався у шкільну програму природничих предметів. Отже на це питання у 2021 році 96,5% учасників, що завершили курс сказали, що курси допоможуть їм оновити чи додати в освітні програми технології ГІС та ДЗЗ, у 2022 році – 90,9%, а у 2023 році – 100% учасників.

Усі питання, які передбачають суб’єктивну оцінку учасників курсів від 1 (низький рівень оцінки) до 5 (високий рівень оцінки), ми усереднили і звели у графік, який показує, що найвище учасники курсів оцінюють важливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в сучасному освітньому процесі та необхідність навчати їхніх учнів інструментам супутникового моніторингу Землі та ГІС-технологій.

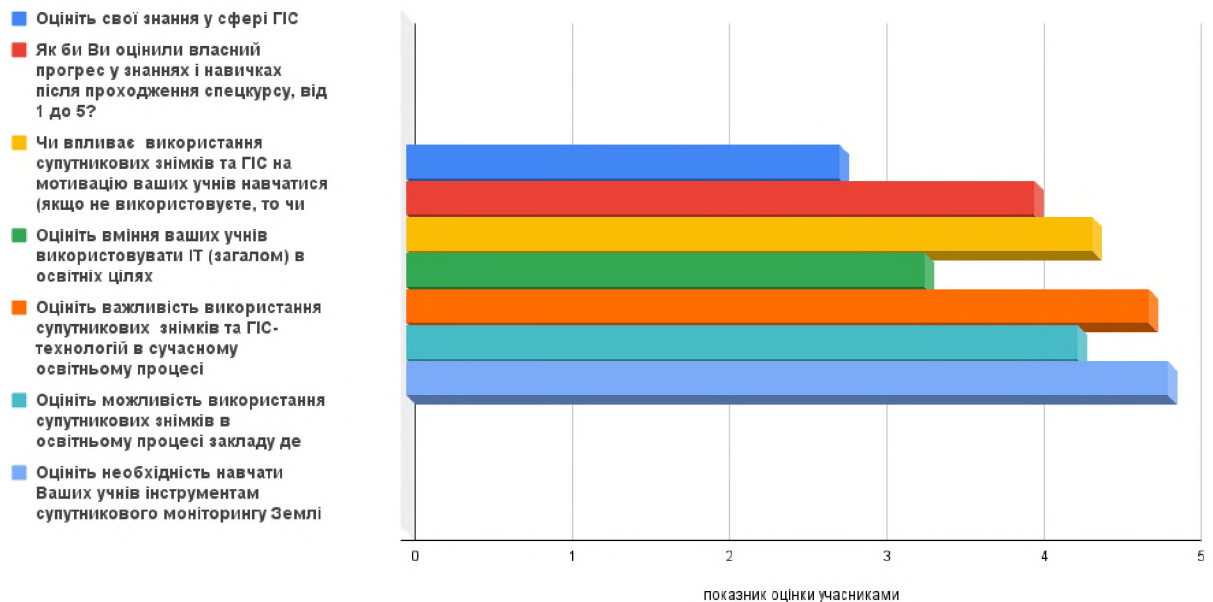


Рис. 31. узагальнена оцінка відповідей учасників спецкурсів на питання із суб’єктивною оцінкою

На питання «З якого віку Ви вважаєте можна учням пояснювати навчальний матеріал використовуючи супутникові знімки» більшість учасників (78,1%) учасників зазначили, що варто розпочати використовувати технології ДЗЗ з рівня базової загальної середньої освіти, 12,5% учасників зазначили що варто розпочинати раніше – з початкової загальної освіти. відповіді на питання «Що Вам здається найважчим в опануванні методик з обробки матеріалів супутникової зйомки» 40,6% вказли, що їм найважчим є відсутність відповідної освіти з ГІС/ДЗЗ технологій (до курсів цей показник складав 62,5%), майже по чверті учасників зазначили проблемою застаріле комп'ютерне обладнання/програмне забезпечення та складні алгоритми роботи з супутниковою інформацією.

Ще одне з важливих питань після курсів, яке ми ставимо учасникам «Знання, які Ви здобули під час спецкурсу зможете застосувати для:», учасники можуть обтирати декілька відповідей (отже якщо усі учасники обрали один варіант, то його показник складе 100%). Узагальнивши відповіді, більшість учасників (81,3%) зазначили, що зможуть застосовувати набуті знання для власного розвитку, 79,1% - щоб покращити свої знання в природничих науках, 65,6 % - для організації науково-дослідницької роботи МАН, 9,4% - для керування секцією «ГІС та ДЗЗ» в територіальному відділенні МАН (тобто це керівники секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ), 9,4% - ще не знаю/ не вирішив(ла), 6,3% - мені потрібні документи про підвищення кваліфікації.

Отже, курси другого рівня є більш складними і поєднують знання з основ ДЗЗ, які освітяни здобули на першому рівні і продовжують їх поглиблювати через використання професійних програмних продуктів ГІС.

Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine

Курси за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine» ми почали

апробувати у 2021 році, а методичні матеріали з 2020 року. Важливим етапом було укомплектування методичних матеріалів (навчальний посібник, робочий зошит, навчальна програма та відеокурс) та розуміння рівня готовності освітян до опанування аналізу супутникових знімків через мову програмування.

Визначення зацікавленості освітян, щодо опанування можливостей платформи Google Earth Engine ми моніторили за вступним вебінаром, на який зареєструвалися 215 вчителів. З цієї кількості 109 освітян вирішили зареєструватися на навчальний курс та пройшли навчання на апробаційному етапі. Згідно опитувальника, який ми надавали під час реєстрації, курс мали намір опанувати 76,1% чоловіків та 23,9% жінок. Більшість (88,1%) зареєстрованих учасників не мали жодного досвіду, щодо роботи на цій платформі до курсу. Серед зареєстрованих більшість (88,7% учасників) не мали попереднього досвіду у програмуванні, 6,4% – мали досвід програмування на мові Python, 2,8% – на мові JavaScript, 15,6% учасників вказали, що мають досвід програмування на інших мовах. Серед учасників курсу науковий ступінь кандидата наук (доктор філософії) мали 20,2%, доктора наук – 3,7%, решта (76,1%) не мали наукового ступеня. Вчене звання доцента мали 13,8% учасників, 16,5% – працювали на посаді «викладач», по 0,9% – мали звання «старшого дослідника» та «професора», 1,8 % учасників працювали на посаді «наукового співробітника», більшість (66,1%) – не мали вченого звання.

Щодо географічного розподілу учасників апробаційного курсу, то по 11,9% освітян мешкали в Хмельницькій, Рівненській та Київській областях, 11% – у місті Києві, по 6,4% мешкали у Дніпропетровській, Житомирській та Запорізькій областях, по 4,6% мешкали у Волинській, Кіровоградській, Львівській областях, 3,7% - з Херсонської та Полтавської областей, по 2,8% – у Харківській та Донецькій областях, 1,8 % – на Миколаївщині, по 0,9% учасників були з Одеської, Івано-Франківської та Черкаської областей. Більшість учасників (78,9%) мешкали у містах, 3,7% мешкали у селесах та

17,4 у сільській місцевості. Щодо закладів де працювали учасники апробаційного курсу, то більшість 45,9% зазначили, що працюють у закладах загальної середньої освіти, 27,5% – у закладах вищої освіти, 11,9% – у закладах позашкільної освіти, по 1,8 % учасників зазначили, що вони також працюють у закладах дошкільної освіти, професійної і фахової перед вищої освіти, 13,8% учасників зазначили що працюють також в інших закладах освіти, яких не було у переліку. На питання «Чи працюєте Ви в системі Малої академії наук України?» 75,2% вказали що «ні», 14,7% зазначили, що працюють в Малій академії наук за сумісництвом, а 10,1% – зазначили як основне місце роботи.

До січня 2024 року ми уклали пакет методичних матеріалів та розпочали офіційні спецкурси для освітян: двотижневий інтенсив. Спецкурс складався з 10 занять (10 лекцій та 14 практичних робіт) та підсумкової конференції, де учасники презентували результати свого дослідження з використанням платформи Google Earth Engine. На спецкурс зареєструвалося 31 учасник, серед яких 58,1% – жінки, 41,9% – чоловіки. Щодо географічного розподілу по 9,7% учасників проживали у Хмельницькій області та місті Києві, 6,5% учасників зазначили, що вони проживають у Чернівецькій, Волинській, Житомирській, Кіровоградській, Луганській, Львівській, Харківській областях, також 6,5% учасників зазначили, що вони тимчасово проживають за межами України. 3,2% учасників зазначили, що вони проживають у Сумській, Тернопільській, Закарпатській, Дніпропетровській, Івано-Франківській, Миколаївській, Одеській, Полтавській та Херсонській областях. Як і під час апробаційного курсу більшість учасників (74,2%) проживали у містах, 9,7% у селищах і 16,1% у сільській місцевості. Більшість учасників (41,9%) зазначили, що працюють у закладі вищої освіти, по 35,5% - у закладі загальної середньої освіти та територіальному відділенні Малої академії наук України, по 3,2% учасників вказали, що працюють у приватному закладі загальної середньої освіти, науковому ліцеї, закладі позашкільної освіти, який не входить до системи Малої академії наук

України, у закладі професійної освіти, а також у приватному підприємстві. Більше чверті учасників (25,8%) зазначили, що мають науковий ступінь рівня доктор філософії (PhD)/ кандидат наук, 3,2% - доктора наук, більшість 71% учасників не мають наукового ступеня. П'ята частина (20%) учасників мають вчене звання доцента, 3,3% - професора, 76,7% учасників не мають вченого звання. Більшість учасників є працівниками системи Малої академії наук України (12,9 %– за основним місцем роботи, 45,2% - за сумісництвом), 41,9% зазначили, що не працюють в системі Малої академії наук України. Чверть учасників 25,8% - зазначили, що очолюють секцію «ГІС та ДЗЗ» у територіальному відділенні Малої академії наук України. На запитання «З якої галузі знань Ви є вчителем/фахівцем?» 61,3% зазначили що є фахівцями у галузі географії, 19,4% - у сфері ГІС та ДЗЗ, по 3,2% вказали, що є фахівцями у сфері екології, фізики, геології, біології та повітряної навігації. На питання «Який у Вас стаж роботи в освітній сфері» по 25,8% учасників вказали до 10 і до 30 років, 16,1% вказали до 40 років, 12,9% - до 20 років, 9,7% - до 5 років, 6,5% - до 1 року та 3,2% до 15 років. На питання «Чи використовуєте Ви геоінформаційні технології у своїй роботі?» більшість (71%) учасників вказали, що використовують часто, 16,1% зазначили використовували один або декілька разів, тільки 12,9% - вказали, що не мають такого досвіду.

Питання «Оцініть свої знання та навички з програмування мовою JavaScript» учасники могли оцінити від 1 до 5, де 1 - початківець, а 5 – фахівець, більшість учасників 80,6% оцінили на показник «1», 12,9% оцінили на показник «2», 6,5% оцінили на показник «3», на показник «4» та «5» свої знання та навички не оцінив жоден з учасників. На питання «Оцініть важливість вміння програмувати для науковця», також учасники мали можливість оцінити від 1 до 5, де 1 – це неважливо, а 5 - дуже важливо. 74,2% оцінили на показник «5», 9,7% оцінили на показник «4», по 6,5 % учасників оцінили на показник «3» та «2», 3,2% оцінили важливість вміння програмувати для науковця на показник «1». Питання «Оцініть свої знання із аналізу супутникових знімків в ГІС» також можна було оцінити від 1 до 5, де

1 - для мене це нова сфера, а 5 - давно цікавлюся і слідкую за розвитком сфери ДЗЗ. Більшість учасників (35,5%) оцінили на показник «3», 32,3% учасників оцінили на показник «4», 19,4% - оцінили на показник «1», 9,7% - оцінили на показник «2», 3,2% - оцінили свої знання із аналізу супутникових знімків в ГІС на показник «5». Питання «Оцініть важливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в сучасному освітньому процесі» також передбачало ранжування відповідей від 1 до 5, де 1 - це зовсім неважливо, а 5 - це дуже важливо. Більшість учасників (83,9%) оцінили на показник «5», 12,9% - оцінили на показник «4», 3,2% оцінили на показник «1», на показник «2» та «3» жоден з учасників не оцінили важливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в сучасному освітньому процесі. Питання «Оцініть можливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте» також передбачало ранжування відповідей від 1 до 5, де 1 - це неможливо, а 5 - цілком можливо. Більшість (64,5%) учасників оцінили на показник «5», 22,6% - оцінили на показник «3», 6,5% оцінили на показник «4», по 3,2% оцінили можливість використання супутникових знімків та ГІС-технологій в освітньому процесі закладу де вони навчають на показник «1» та «2».

На питання «Чи користуєтеся Ви платформою Google Earth Engine?», 6,5 % зазначили, що користуються часто, 45,2% вказали, що користувалися декілька разів, а 48,4% учасників взагалі не мали досвіду роботи з цією платформою. Наступне питання «Чи брали Ви участь у попередніх спецкурсах підвищення кваліфікації з ДЗЗ організованих нами у 2021-2023 роках?» передбачало можливість обрати декілька відповідей. Отже, 61,3% зареєстрованих учасників брали участь у спецкурсі «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», 32,3% - брали участь у спецкурсі «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», 48,4% брали участь у курсі для освітян «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online», 29% учасників навчалися у курсі «Радарні технології в ДЗЗ», 9,7% брали участь в апробаційному курсі

«Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine», 35,5% - не брали участь у жодному з курсів, які організує лабораторія «ГІС та ДЗЗ». Питання «Як Ви бачите зараз можливості використання геоінформаційних технологій та супутникових знімків в освітньому процесі?» також можна було дати декілька відповідей, більшість 80,6% зазначили, що для отримання даних про зміни земної поверхні з супутникових знімків, 64,5% - для візуального представлення природних явищ, 51,6% - для підтвердження/спростування наукової гіпотези дослідницьких робіт учнів, 3,2% - вказали, що ще не знають/не вирішив(ла). Питання «Що Вам здається найважчим в опануванні ГІС-методик з використанням матеріалів супутникової зйомки», 74,2% учасників вказали на відсутність відповідної освіти з ГІС/ДЗЗ технологій, 32,3% - складні алгоритми роботи, 29% - застаріле комп'ютерне обладнання/програмне забезпечення, 19,4% - недостатньо розроблені методичні та дидактичні матеріали, 3,2% - вказали, що причиною є брак часу.

Питання «Чи впливає використання супутникових знімків та ГІС на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б)» можна було оцінити від 1 до 5, де 1 - не впливає зовсім, а 5 - мотивація значно зростає. Більшість учасників оцінило на показники «4» та «5», відповідно 35,5% та 32,2%, на показник «3» оцінило 29% учасників, на показник «1» оцінило 3,2%, на показник «2» не оцінив жоден з учасників. Питання «Оцініть вміння ваших учнів до використання ІТ (загалом) в освітніх цілях» можна було оцінити від 1 до 5, де 1 - не використовують (не вміють/не хочуть тощо), а 5 - використовують постійно (ІТ - стало невід'ємною складовою їх освіти). Більшість учасників (38,7%) оцінили на показник «3», 25,8% - оцінили на «4», по 12,9% учасників оцінили на показники «1» та «5», 9,7% оцінили на показник «2».

На питання «Які напрями досліджень Вас цікавлять», можна було дати декілька відповідей, більшість (87,1 %) відповіли «екологія», 80,6% обрали «гідрологію», 77,4% - обрали «кліматологія та метеорологія», 64,5%

обрали «ландшафтознавство», 45,2% обрали «геологія», 41,9% обрали «грунтознавство», 38,7% обрали «програмування», 29% обрали «біогеографія». Питання «Знання, які Ви здобудете під час спецкурсу зможете застосувати для» передбачало декілька відповідей, 83,9% учасників вказали, що використають нові знання для власного розвитку, 71% - для наукового/педагогічного супроводу дослідницьких робіт учнів МАН, 64,5% - щоб покращити свої знання в природничих науках, 22,6% - для керування секцією «ГІС та ДЗЗ» в територіальному відділенні МАН, по 6,5% вказали, що ще не знають і для отримання сертифікату про проходження спецкурсу.

Умовою відбору учасників, як і в попередніх курсах було мотивація учасників навчатися, оскільки програма насичена та курси обмежені в часі. Тому мотиваційні листи – той фактор який впливав на наш вибір учасників курсу. Деякі частини мотиваційних листів від освітян ми представили у Додатку К.

За результатами курсу у 2024 році – 18 учасників успішно пройшли навчання. Географічний розподіл учасників: Дніпропетровська область (1 учасник), Кіровоградська обл. (2 учасників), Київська обл., Київ (3 учасника), Луганська обл. (1 учасник), Львівська обл. (2 учасника), Одеська обл. (1 учасник), Полтавська обл. (1 учасник), Сумська обл. (1 учасник), Харківська обл. (1 учасник), Херсонська обл. (1 учасниця), Хмельницька обл. (2 учасника) та Чернівецька обл. (2 учасниць). Більшість (95% учасників) уже брали участь у наших курсах за попередніми рівнями.

Також більшість 14 з 18 учасників, які успішно пройшли курси для освітян є працівниками системи Малої академії наук України. Після проходження курсу ми опитали учасників про ефективність їхнього навчання, опанування платформи Google Earth Engine, зокрема питання були поділені на два блоки: суб'єктивне оцінювання власного прогресу та об'єктивна оцінка набутих знань та навичок. Перше питання звучало: «На скільки для Вас був цікавий спецкурс», шкала оцінювання була діапазоном від 1 до 5, де 1 «не цікаво», а 5 «дуже цікаво», більшість учасників (87,5%) оцінили цікавіть

курсу на показник «5», 12,5% - на «4», на нижчі показники курс не оцінив жоден із учасників. Наступним питанням було «Оцініть важливість вміння програмувати для науковця», шкала оцінювання була діапазоном від 1 до 5, де 1 «неважливо», а 5 «дуже важливо», 88,2% учасників оцінили важливість цього вміння на показник «5» по 5,9% учасників оцінило на показники «2» та «4». На питання «Оцініть свої знання та навички з програмування мовою JavaScript у Google Earth Engine», також можна було дати відповідь від 1 до 5, де 1 «для мене це нова сфера», а «5» - фахівець, під час реєстрації більшість (80,6%) оцінили себе на показник «1», після занять 47,1% учасників оцінили себе на показник «3», 17,6% - на показник «2» та 35,3% - на «1».

На питання «Як би Ви оцінили власний прогрес у знаннях і навичках після проходження спецкурсу, від 1 до 5?», більшість учасників (58,8%) оцінили на показник «5», 23,5% - оцінили на показник «4», 11,8% - оцінили на показник «3» та 5,9% - оцінили на «2», на «1» - не оцінив жоден із учасників. Питання «Оцініть важливість використання платформи Google Earth Engine в сучасному освітньому процесі» більшість учасників (70,6%) оцінило на показник «5», на показник «4» оцінило 23,5%, на показник «2» оцінили 5,9% учасників. Наступне питання «Чи впливає використання супутникових знімків та ГІС на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б)», де 1 – «не впливає зовсім», а 5 - мотивація значно зростає, по 47,1% учасників оцінили це питання на показник «5» та «4», 5,9% - на показник «3», решту показників не обрав жоден із учасників.

Питання «Оцініть вміння ваших учнів використовувати ІТ (загалом) в освітніх цілях» , також необхідно було оцінити від 1 до 5, де «1» - не використовують (не вміють/не хочуть тощо), а «5» - використовують постійно (ІТ - стало невід'ємною складовою їх освіти), більшість учасників, 35,3% освітян оцінили на показник «5», 29,4% - на показник «2», 23,5 - на показник «3», 11,8% на показник «4». Ще одне питання на суб'єктивну оцінку учасників звучало «Оцініть від 1 до 5 зручність використання платформи Google Earth Engine», де 1 - не зручно, 5 - дуже зручно, більшість учасників

оцінило зручність сервісу на показник «5», 29,4% на показник «4», 11,8% оцінили на показник «3». Наступне питання звучало «На скільки складним було для Вас виконання практичних робіт?», відповіді представлені на рис. 32.



Рис. 32. діаграма розподілу відповідей учасників курсу на питання «На скільки складним було для Вас виконання практичних робіт?»

Наступний блок був націлений на отримання об'єктивних даних про результати засвоєння учасниками спецкурсів знань та вмінь аналізувати геодані у платформі Google Earth Engine. Ми акцентуватимемо увагу на відсотку учасників, які дали правильну відповідь. Перше питання звучало: «У ресурсі Google Earth Engine доступні геодані з супутникових знімків?», 100% учасників вказали правильну відповідь. Наступне питання «Google Earth Engine використовує спеціальний синтаксис програмування», необхідно було обрати з переліку назву цього синтаксису 65% учасників дали правильну відповідь. На наступне питання необхідно було обрати визначення, що таке растрове зображення, з цим справилися 90% учасників. Наступне логічне питання про визначення векторних даних, на нього також відповіли правильно 90% освітян. На питання «Чи можна використовувати GEE для створення інтерактивних карт та додатків» 100% учасників дали вірну відповідь. На питання «У Google Earth Engine існують два основних типи

даних для роботи з растровою інформацією» - 85% дали правильну відповідь. На питання «Для фільтрації даних за часовим періодом використовують функцію» - 100% учасників дали правильну відповідь, на питання про обрання функції сортування «сортування – метод впорядкування даних, який реалізується за допомогою функції» - 85% учасників дали правильну відповідь. Питання «Редуктор `ee.Reducer.mean()`, обчислює:» медіанне значення знали 75% учасників. Більш практичне питання «Вам необхідно відфільтрувати знімки за певними критеріями. Яку функцію Google Earth Engine Ви використаєте?» - 100% справилися із відповіддю, на питання «Для видалення непотрібних пікселів на зображенні у GEE, яку функцію слід використовувати?» лише 45% освітян знали правильну відповідь. Наступні питання «Як додати шар на мапу?» і «Як відцентрувати мапу за допомогою існуючого об'єкта» - 100% знали правильну відповідь. Щодо питань «За допомогою яких знаків ви визначаєте текст GEE» та «Як ви визначаєте коментар» - 90% учасників вказали правильну відповідь. Загальний середній результат відповідей усіх учасників на питання об'єктивного блоку склав 87,6%, цими питаннями ми не охопили увесь ні весь масштаб платформи, ні навіть тої інформації, яку учасники опановували на курсі, проте формує уявлення про те як практично освітяни освоїли новий для себе ресурс, коли більше 80% зареєстрованих оцінило свої знання з програмування мовою JavaScript на найнижчий з можливих показників – «1».

Наступний блок питань також стосується суб'єктивної оцінки учасників курсу, але стосується більше не власного прогресу, а можливості використання платформи в освітньому процесі закладів де правцюють учасники курсів. Отже, перше питання було «Оцініть можливість використання Google Earth Engine в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте», більшість учасників (52,9%) оцінила таку можливість на найвищий показник «5», майже чверть (23,5%) оцінили на показник «4», неможливим (на показник «1») оцінило використання Google Earth Engine в закладі 11,8% учасників, і по 5,9% оцінило на показник «2» та «3». Наступне

питання «Оцініть необхідність ознайомити Ваших учнів з платформою Google Earth Engine», відповіді учасників розділилися наступним чином: нагальною необхідністю (показник «5») це визначили 38,9% учасників, на показник «4» визначили більшість (44,4%) учасників, на показник «3» - 11,1% та на показник «2» - 5,6%. Наступне питання стосувалося рівня освіти на якому варто пояснювати навчальний матеріал з використанням функціоналу платформи Google Earth Engine див рис.33 Більшість учасників зазначили, що оптимальним віком використання цієї платформи є здобувачі базової загальної середньої освіти. У курсах за програмою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» більшість учасників зазначили – початкову освіту.

На якому освітньому рівні, Ви вважаєте, можна учням пояснювати навчальний матеріал використовуючи платформу Google Earth Engine

● базова загальна середня освіта ● повна загальна середня освіта ● початкова загальна освіта

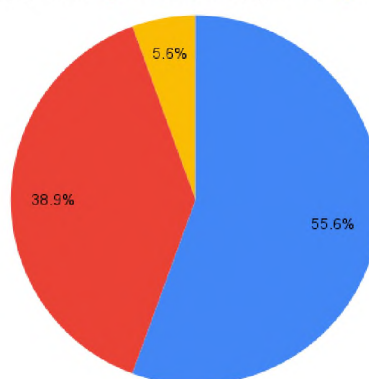


Рис. 33. діаграма розподілу відповідей учасників курсу на питання «З якого віку Ви вважаєте можна учням пояснювати навчальний матеріал використовуючи платформу Google Earth Engine?»

Наступні питання передбачали, що можна надати декілька відповідей, отже перше питання звучало «Знання, які Ви здобудете під час спецкурсу зможете застосувати для» три чверті (75% учасників) зазначили, що для «наукового/педагогічного супроводу дослідницьких робіт учнів МАН» та «власного розвитку», по 40% вказали, що використають знання для «керування секцією “ГІС та ДЗЗ” в територіальному відділенні МАН» та «щоб покращити свої знання в природничих науках», 15% вказали «ще не знаю/ не вирішив(ла)» і 5% - «потрібен сертифікат для атестації». Одним із

завершальних питань опитувальника було «Чи рекомендували б Ви своїм колегам/знайомим брати участь в спецкурсі наступного разу?», 95% учасників зазначили – «так».

Підсумова конференція передбачала підготовку учаниками підсумкових проєктів у вигляді презентацій. Розглянемо декілька з цих проєктів. Зокрема, асистентка кафедри фізичної географії, геоморфології та палеогеографії Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича, заступниця декана географічного факультету з наукової роботи, міжнародної та інформаційної політики, вчителька географії Чернівецького багатoproфільного ліцею № 4, викладачка географії КОПНЗ «Буковинська Мала академія наук учнівської молоді», представляла підсумковий проєкт за темою: «Динаміка лісового покриву та багаторічних насаджень на території Чернівецької області за 2015–2023 рр. (на основі даних машинного навчання Random Forest)». Мета роботи: за даними ДЗЗ встановити просторово-часові особливості змін категорій земель, що вкриті лісами та багаторічними насадженнями, за 2015-2023 рр. (в межах Чернівецької області); було опановано методику здійснення класифікацій в GEE та створення відповідних картосхем. У роботі було виконано створення серії авторських картосхем на основі запропонованих еталонів із застосуванням алгоритму для машинного навчання Random Forest (картосхеми окремих категорій земель Чернівецької області за червень-вересень 2015, 2022 та 2023 рр.). Також встановлено статистичні дані та здійснити обчислення площ для території дослідження (адміністративної області) за різні часові періоди з використанням існуючих датасетів і супутникових знімків: окремих категорій земель; домінантних видів дерев, знеліснення, простежено просторово-часові особливості змін категорій земель, що вкриті лісами та багаторічними насадженнями, за 2015-2023 рр. (в межах Чернівецької області).

Вчителька географії Вишнівського ліцею «Віват», керівниця секції «ГІС та ДЗЗ» КПНЗ «Київська Мала академія наук учнівської молоді»,

керівниця секції «ГІС та ДЗЗ» КЗ Київської обласної ради «Мала академія наук учнівської молоді» обрала темою підсумкової роботи: «Моніторинг динаміки зміни площі Межгірського водосховища на Кримському півострові».

Метою дослідження зазначено моніторинг динаміки зміни площі Межгірського водосховища на Кримському півострові використовуючи засоби ДЗЗ. Були використані радарні супутникові знімки Sentinel-1 на основі яких побудована маска водної поверхні. Дані були завантажені в програмне середовище QGIS (див. рис. 34). У висновках учасник привів наступні заключення у ході дослідження було проведено моніторинг динаміки зміни площі Межгірського водосховища. Отримано площу Межгірського водосховища за 2017 та 2023 роки. Використання засобів дистанційного зондування Землі дозволило провести моніторинг тих територій, які є недоступними для польового дослідження.

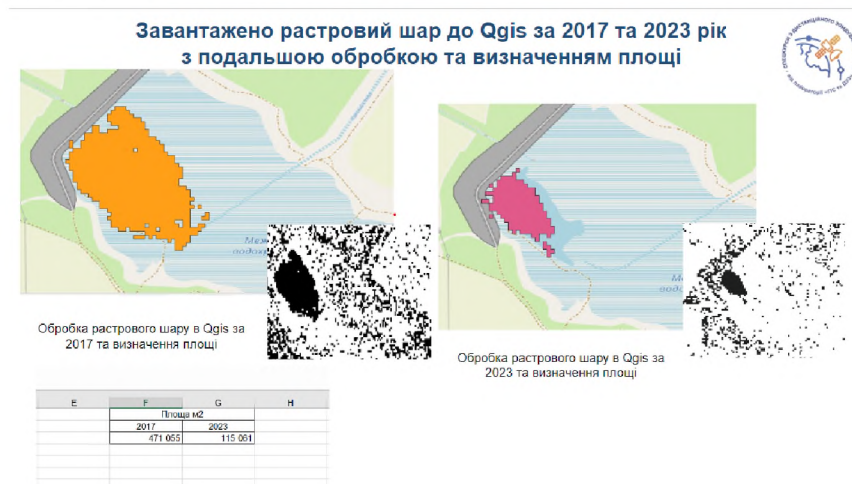


Рис. 34 растровий шар маски до Qgis за 2017 та 2023 рік з подальшою обробкою та визначенням площі. Автор – учасниця спецкурсів.

Методистка відділення наук про Землю, керівниця гуртків «Фізична географія», «ГІС та ДЗЗ», «Основи наукових досліджень в географії» КЗ Львівської обласної ради «Львівська обласна Мала академія наук учнівської молоді» презентувала проєкт за темою: «Дослідження впливу промислових об'єктів на стан атмосферного повітря в Україні». Мета роботи: оцінити

вплив промислових об'єктів на стан атмосферного повітря в Україні за період з 2018 по 2024рр., застосувати аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. На основі проведеного дослідження здійснено оцінку впливу промислових об'єктів на стан атмосферного повітря в Україні за період з 2018 по 2024рр., застосовано аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. За допомогою даних основних показників забруднювальних речовин отриманих супутником «Sentinel 5P» проведено аналіз рівнів забруднення атмосферного повітря сполуками NO₂, SO₂. Проаналізовано вплив стаціонарних джерел на стан атмосферного повітря. Встановлено вплив вугільних електростанцій на стан атмосферного повітря. До регіонів з підвищеною концентрацією діоксид азоту (NO₂) належать Донецька, Запорізька, Харківська, Дніпропетровська області, м. Київ та його околиць. Середні рівні концентрації NO₂ спостерігаються у Івано-Франківській та Львівській областях. Підвищена концентрація рівнів NO₂ помітно корелює з розподілом міст, де локалізується вугільні електростанції. У період із 2018 по 2024 рр. спостерігається зменшення рівнів забруднення атмосферного повітря сполуками NO₂, що пов'язане зі зменшенням виробничих потужностей підприємств в період з 2022 року. Здійснено аналіз рівнів забруднення атмосферного повітря сполуками діоксиду сірки (SO₂), встановлено, що у розподілі концентрації SO₂ спостерігаються відмінності за регіонами: високий і середній рівень - поблизу великих міст у східній частині України, де зосереджена важка промисловість. У період із 2018 по 2024 рр. Спостерігається тенденція до зменшення рівнів забруднення атмосферного повітря сполуками SO₂.

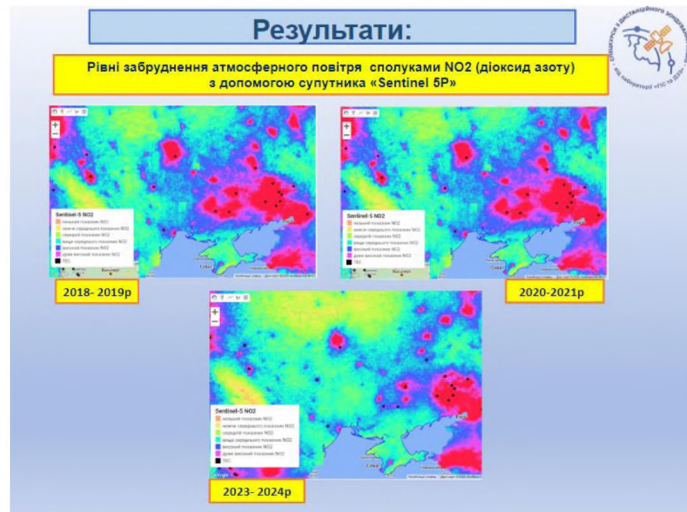


Рис. 35. Рівні забруднення атмосферного повітря сполуками NO₂ (діоксид азоту) з допомогою супутника «Sentinel 5P». Автор – учасниця спецкурсів.

Доцент кафедри природничих наук і методик їхнього навчання Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка, науковий керівник секції «Географія та ландшафтознавство» Кіровоградської Малої академії наук учнівської молоді обрав темою підсумкової роботи: «Дослідження розподілу опадів та вологості ґрунту на території Кіровоградської області та в пустелі Калахарі в контексті глобальних змін клімату». Мета дослідження полягає у з'ясуванні за допомогою методів ДЗЗ регіональних тенденцій розподілу опадів та вологості ґрунту в контексті глобальних змін клімату для прогнозування можливих змін природних ландшафтів. Були використані датасети що відображають дані в інфрачервоному спектрі та датасет з класифікацією земельного покриття. У ході дослідження доповідач наносив нові фігури на мапу, адаптував готовий код для візуалізації графіків. Доповідач зробив наступні висновки: абсолютна кількість опадів, яка випадає на досліджуваній території пустелі Калахарі, майже втричі більша, ніж в межах Чорного лісу (середньорічна кількість опадів за останні 43 роки склала 931 мм та 352 мм відповідно). Формування ж пустельних ландшафтів в умовах Калахарі

обумовлено значно вищою температурою повітря протягом всього року, що призводить до інтенсивного випаровування вологи в цих тропічних широтах.

Результати: графіки

Запустивши скрипт аналізу даних для обраних полігонів, ми вивели в консоль графіки розподілу опадів та вологості ґрунту, а потім завантажили їх на комп'ютер.

Графік середньорічної кількості опадів з трендом для полігону Чорний ліс (1981-2023 рр.)

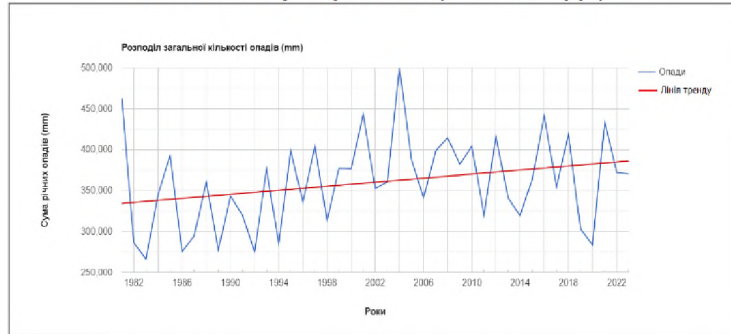


Рис.36. Графік середньорічної кількості опадів з трендом для полігону Чорний ліс (1981-2023 рр.). Автор – учасник спецкурсів.

Асистент кафедри геоінформатики і фотограмметрії Київського національного університету будівництва і архітектури обрав темою підсумкової роботи: «Визначення потенційних районів природної пожежної небезпеки в Україні». Мета дослідження: визначити актуальні потенційні райони природної пожежної небезпеки з використанням методів ДЗЗ та супутникових даних з урахуванням тенденції підвищення температури повітря, відсутністю опадів та сильними вітрами в Україні. В роботі за допомогою платформи Google Earth Engine було опрацьовано 8 наборів даних з понад 100 різнорідних колекцій даних за 2003 по 2024 роки для визначення потенційних районів природної пожежної небезпеки. За допомогою перекласифікації та об'єднання шарів з відповідними показниками було визначено показники природної пожежної небезпеки, які врахували температуру земної поверхні, кількість опадів, вологість ґрунту, вологість рослинності, ухил рельєфу та швидкість вітру. Отримані результати корелюються з даними про пожежі за 20 років за супутниковими даними MODIS, та можуть бути використані для забезпечення організації

протипожежних заходів у потенційних районах природної пожежної небезпеки.

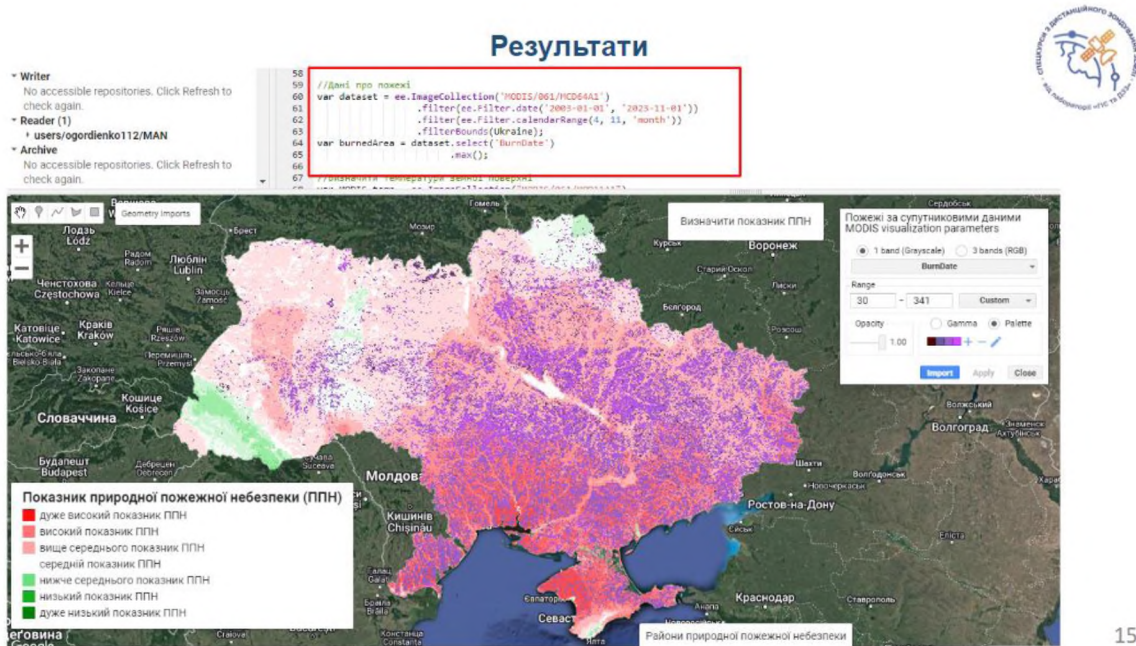


Рис. 37. Картосхема за показником природної пожежної небезпеки в Україні. Автор – учасник спецкурсів.

Отже, проєкт курсів для освітян за трьома рівнями має на меті ознайомити освітянську спільноту МАН з можливостями використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі та дослідницькій діяльності учнів, а також мотивувати та створити передумови очолення слухачами курсів секції «ГІС та ДЗЗ» у їх територіальному відділенні МАНУ.

Міжнародні курси для освітян

Проєкт «Міжнародні курси для освітян» має на меті сформувати міжнародну спільноту освітян, які зацікавлені у використанні даних супутникового моніторингу Землі, а також інтегрувати українських освітян у професійне англomовне середовище. Курси щорічні, ми планували їх щорічно організувати осінню, проте з 2022 року у зв'язку з активними обстрілами російською федерацією української енергетичної інфраструктури, ми

вирішили перенести їх на весняний час. У цій роботі ми описуємо результати проєкту за 2021 та 2023 роки.

Програма курсу розрахована на 6 днів. Кожен день присвячувався одній темі, зокрема: основи Дистанційного зондування Землі, моніторинг рослинного покриву із допомогою супутникових даних, моніторинг водних об'єктів із допомогою супутникових даних, використання радарних систем ДЗЗ та моніторинг наслідків зміни клімату. Протягом вивчення теми були застосовані такі форми організації роботи: лекція, практична робота і самостійна робота. Темі самостійних робіт ми обирали з робочого зошита «Основи дистанційного зондування Землі: робочий зошит. Частина 1», зокрема: «Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Ладижинському районі)», «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)», «Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гаваях)», «Моніторинг нафтових розливів у Середземному морі з використанням радарних даних».

У 2021 році ми на курс зареєструвалися 60 освітян, успішно пройшли курс 20 учасників зокрема з Філіппін, Чорногорії, Болгарії, Угорщини, Болгарії, Казахстану, Угорщини, Північної Македонії, Мальти, Румунії, Литви, Польщі та України. Більшість учасників (35%) були вчителями біології, географії (21,7%) та фізики (11,7%).

У 2023 році на курс зареєструвалися 71 освітянин, успішно пройшли курс 15 учасників зокрема з Великої Британії, Литви, Словаччини, Німеччини, Італії, Чехія, Ірландія, Румунії, Іспанії, Північної Македонії, Хорватії, Нідерландів, а також представників з Угорщини, Філіппін, Китаю, Індії, Бангладешу, Кенії, Ефіопії та Нігерії.

Однією з важливих умов участі у проєкті є підготувати групове дослідження, аби освітяни з різних країн самостійно обрали тему дослідження і спільно працювали над ним, ця ідея не завжди реалізовувалася в силу об'єктивних обставин: зокрема різних часових поясів.

Один з яскравих групових проєктів, які вдалося реалізувати об'єднав вчителів географії: Люсія Чахойову зі Словаччини, Даніеля Дестаерке з Франції, Фахміда Ясмїна з Бангладешу та Еммануель Олвені з Уганди. Вони зробили дослідження на тему динаміки танення льодовика Пастерце в Австрії. Учасники використали супутникові знімки з супутника Sentinel-2 для порівняння площі льодовика у 2013, 2017 і 2022 роках. Термальні канали супутникових знімків Landsat були використані для того, щоб дослідити температуру навколо льодовика з 2016 по 2021 р. (Додаток Н).

Трейсі Де Клерк, учителька географії з міста Нелпсурід, Південна Африка, презентувала проєкт на тему моніторингу наслідків тропічного циклону Фредді, що стався на півдні Індійського океану у лютому-березні 2023 р. Вона створила анімацію із знімків супутника NOAA для того, щоб прослідкувати шлях яким просувався циклон. Використовуючи термальні канали того ж супутника, Трейсі створила іншу анімацію, яка показує розподіл теплової енергії у в середині циклону. Також учасниця використала термальні знімки з супутника Landsat для побудови графіку температур води в океані, для того щоб виявити чи було це причиною виникнення циклону. Окрім цього Трейсі використала візуалізацію Індексу хмарності з супутника Sentinel-5P для того щоб відокремити структурні елементи циклону і виміряти їх розмір.

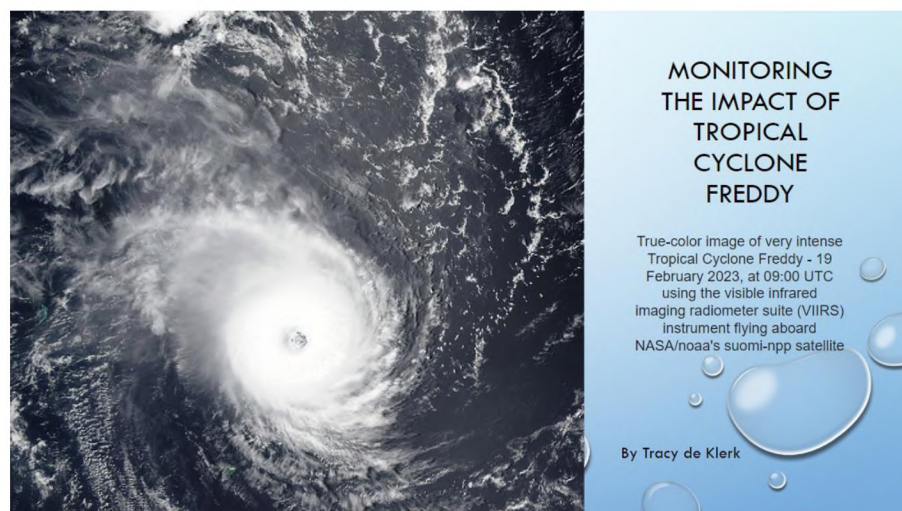


Рис.38. титульний слайд проєкту Трейсі Де Клерк вчительки географії з Південної Африки

Сабріна Мур, педагог з екології з Ірландії, провела міні-дослідження на тему дослідження цвітіння водоростей в лагуні біля острова Північний Булл, Ірландія. Учасниця використала знімки з супутника Sentinel-2 та користувацький скрипт “Детекція водних рослин і водоростей” для того щоб прослідити динаміку вегентації на поверхні води на за період від березня по вересень 2022 року.

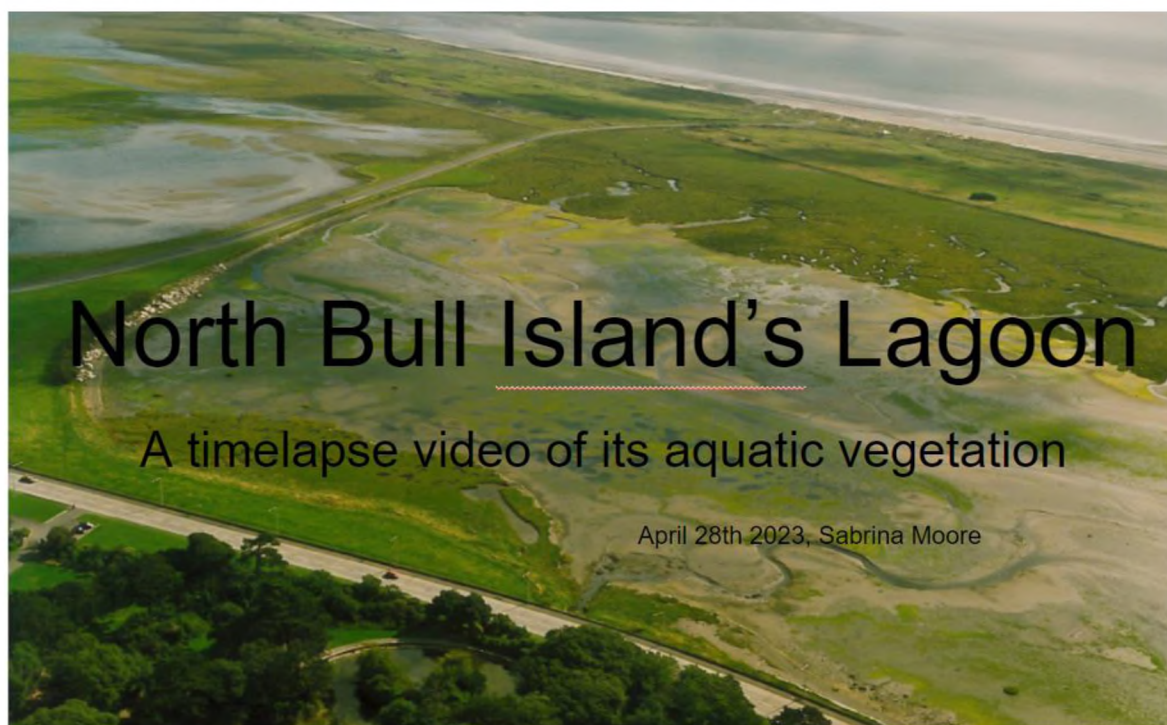


Рис.39. титульний слайд проєкту Сабріни Мур, вчительки екології з Ірландії

Вчителька біології та хімії зі Словенії Лаура Яворсек дослідила пожежу, що сталася на Карстовому плато у Словенії у Липні 2022 року. Лаура використала супутникові знімки Sentinel-2 у візуалізаціях індексу вологості NDMI та індексу хлорофілу NDVI для того щоб промоніторити якої шкоди нанесла пожежа біорізноманіттю в цьому регіоні. Також учасниця використала знімки супутника Sentinel-5P для того щоб відстежити концентрацію монооксиду вуглецю під час пожежі.

Також ми проводили опитування після курсу, аби розуміти їх ефективність і чи учасники суб'єктивно відчують прогрес у своїх знаннях з основ дистанційного зондування Землі. Питання «Оцініть свої знання з дистанційного зондування перед курсом від 1 до 5», де 1 – це для мене нова тема, а 5 – я фахівець, Більшість учасників оцінили свої знання на «1» (30%) та «2» (30%), на показник «3» - оцінили 5% учасників, на «4» - 25%, на «5» – 10%. Наступне питання «Оцініть свій прогрес у навичках і знаннях дистанційного зондування після курсу від 1 до 5» за тим же принципом оцінювання, що й вище, більшість учасників оцінили свій прогрес на «4» (55%), та на «5» (30%), на «3» оцінили 15%, на показники «1» та «2» не оцінив жоден з учасників. На питання «Чи допоможуть знання та навички, отримані під час цього курсу, навчати ваших студентів із використанням супутникових зображень?» - усі учасники дали ствердну відповідь. На питання «Оцініть потребу навчати своїх студентів інструментам і технологіям дистанційного зондування Землі, де 1 – це не дуже потрібно, а 5 – це має велике значення для навчального процесу» 45% учасників оцінила на «4», 40% на «5», 15% на «3», а на 2 та 1 не оцінив жоден з учасників.

Міжнародні курси для освітян ми організуємо для того аби інтегрувати українських освітян в спільноту вчителів, які також зацікавлені використовувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі.

Отже, курси для освітян першого, другого, третього рівня та Міжнародні курси ми організуємо щорічно, і кожного разу проводимо анкетування та опитування учасників про їх об'єктивну та суб'єктивну ефективність, аби розуміти сильні та слабкі сторони програми курсів, та щороку ми вносимо на основі цих даних деякі зміни в освітню програму та методичні матеріали курсів.

3.2. Зв'язки-залежності структурних компонентів моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі

Зв'язки в системі відповідають за створення балансу між елементами системи, у нашому випадку між сутністю та змістом. З філософської точки зору термін «зв'язок» використовується на позначення «синергетичної єдності багатоманітного» [241, с. 222] та в цій же логіці думки «єдністю складових частин, елементів» [59, с. 450]. Зв'язки-залежності ІОС з основ ДЗЗ визначають співіснування елементів системи, коли стан кожного з елементів системи, визначає стан інших елементів та системи в цілому.

Зв'язки-залежності, які є в ІОС з основ ДЗЗ мають умовних три складові: суб'єкт – об'єкт – процес і відповідно 6 типів зв'язків-залежностей:

Суб'єкт-суб'єктну – між суб'єктами освітнього процесу: учень – керівник секції – науковий керівник – педагогічний керівник (детальніше описано у п.1.3). Цей тип взаємодії є визначальним в організації освітнього процесу, оскільки дозволяє сформувати партнерські зв'язки між педагогом та учнем. Такий тип взаємодії особливо затребуваний в організації дослідницької діяльності учня, оскільки сам процес дослідження – є творчою взаємодією, яка передбачає пошук, аналіз, інтерпретацію, систематизацію та узагальнення наперед невідомого вчителю та учневі результату. Тобто два суб'єкти освітнього процесу, вчитель та учень, перебувають в обставинах, де наперед невідомий точний результат дослідження, проте вчитель знає шлях пошуку, методика дослідження та аналізу цих даних. До прикладу, учень самостійно обирає тему з вивчення стану атмосферного повітря в своєму населеному пункті на предмет концентрація діоксиду азоту в літні місяці з 2018 по 2022 роки. Педагог, з об'єктивних причин, не може знати точні дані, щодо результатів цього дослідження, навіть, якщо припустити, що забруднення атмосферного повітря є сферою його наукового інтересу. Проте педагог, припустимо керівник секції «ГІС та ДЗЗ», знає в яких хмарних

сервісах знаходяться необхідні дані, як їх вивантажити і завантажити у ГІС програму, аналізувати, узагальнити і представити у вигляді діаграм, картосхем, електронних карт, окреслити згідно репозитарію даних тенденції тощо.

Суб'єкт-об'єкту – між суб'єктами (людьми) та об'єктами (ІТ): суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси (детальніше описано у п. 1.3). Цей тип взаємодії є досить динамічним і швидкозмінним, оскільки сфера ДЗЗ активно розвивається, зокрема з'являються нові ресурси, дані супутникового моніторингу Землі оновлюються щоденно і щосекундно, темпоральне і просторове розрізнення супутникового знімка покращується. Зокрема одна з найстарших супутникових місій компанії НАСА – Landsat надає доступ до даних з 1970-их років з просторовим розрізненням у 30 метрів на піксель, 2015 року на орбіту виведено супутники місії Sentinel, компанії Європейського космічного агентства, де просторове розрізнення уже становить 10 метрів на піксель. Компанія Google надає дані на деякі території нашої планети з просторовим розрізненням у 50 см на піксель. Ці удосконалення ведуть за собою і зміну та появу нових хмарних сервісів та програмних продуктів, які можна використовувати в освітньому процесі.

Суб'єкт-процесну – цей тип зв'язку, який передбачає налагодження взаємодії між суб'єктами освітнього процесу та дидактико-методичним блоком (освітній процес у секції, організації і проведення дослідження: індивідуального чи колективного, досліду, пошукової діяльності тощо), організаційно-процесуальним блоком (участь у конкурсах, курсах, навчальних проєктах тощо), технічним (вибір та технології ГІС та ДЗЗ, геоданих та інформаційних ресурсів), технологічним (підбір освітніх форм, методів, засобів тощо), цілепокладальним (визначення цілей освітнього процесу, дослідження тощо), оцінювальним (визначення рівня досягнення поставлених освітніх цілей) елементами.

Об'єкт-об'єктну – між об'єктами, які беруть участь в освітньому процесі, наприклад процес автоматичного дешифрування супутникових знімків, процес використання машинного навчання тощо. Об'єкт-об'єктну взаємодію має створювати людина, проте в цьому контексті ми окремо її виділяємо, оскільки сучасний етап розвитку ІТ передбачає все більш активну взаємодію технологій між собою, особливо стосується технологій штучного інтелекту, які також активно інтегруються у сферу ГІС та ДЗЗ. І, сьогодні, ті процеси, які ще недавно потребували участі людини, зараз виконуються автоматично і ці тенденції поглиблюються. Корегуючи суб'єкт-процесну взаємодію в освітньому процесі вчитель обирає ті

Об'єкт-процесну – взаємодія між об'єктами (інформаційні технології) та освітнім процесом, сюди відносимо власне створення модулів, додатків, картографічних презентацій у середовищі ГІС в освітніх цілях тощо. Знову ж, для цього необхідний суб'єкт, проте сучасний рівень розвитку технологій перебирає на себе великий обсяг дій, які автоматизує і позбавляє людину рутинної роботи, тому цей тип взаємодії ми виділили окремо.

Процес-процесну – взаємодія між освітнім процесом та процесом оцінювання його результатів чи результатів дослідження тощо. Результати одного впливають на корегування процесу іншого. Наприклад задовільні результати дослідження впливають на зміну в компонентів чи їх ваги в конструюванні освітнього процесу. Цей взаємозв'язок яскраво проявляється в автоматизованих дистанційних курсах, коли після оцінювання результатів (наприклад тестування) система автоматично шукає «прогалини» в знаннях і пропонує відповідний освітній матеріал ще раз.

Це схематичне представлення зв'язків-залежностей, які є в ІОС з основ ДЗЗ ми можемо лише умовно згрупувати у шість типів, проте можна виділяти і підтипи і розгалужувати ці зв'язки, аби детальніше розглянути взаємодію і взаємозалежності.

Ці типи взаємодії яскраво представлені у моделях: авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників

освітнього процесу Малої академії наук України до застосування технологій дистанційного зондування Землі та моделі впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України. Власне, зміна у зв'язках-залежностях цих моделей має наслідком зміну всієї системи. Зокрема зміни в суб'єкт-об'єктних взаємодіях можуть привести до змін у технологічному компоненті, зокрема, що стосується обрання форм, методів та засобів освітнього процесу. Суб'єкт-процесна взаємодія може бути скорегована у відповідності до необхідності використання певних компонентів дидактико-методичного, організаційно-процесуального, технічного, технологічного, цілепокладального чи оцінювального компонентів. Ці зміни у взаємозв'язках можуть бути обумовлені адаптацією моделей до умов освітнього процесу територіального відділення МАНУ, корегуванням компонентів моделі у відповідності до потреб та тем дослідницьких робіт учнів тощо.

В основі розуміння зв'язків-залежностей є сутність ІОС з основ ДЗЗ – навчання через дослідження, що описано обґрунтовано через концепцію наукової освіти. Суть зводиться до того, що кількість даних, в тому числі геоданих, які містяться у відкритому доступі, сьогодні створює передумови для переосмислення ролі досліджень, не як творчості, а як методу, який необхідний людині, яка живе у швидкозмінному світі, де технології розвиваються із великою швидкістю. Тому, аби адаптуватися до цих умов людина має виробити механізми знайомства, обробки і аналізу нової інформації. Дослідницька компетентність в сукупності з м'якими навичками створюють композит тих ознак, які підвищують цінність фахівця на ринку праці.

Усі елементи системи взаємозалежні і перебувають у взаємодії. Коригування може відбуватися як з внутрішніх так і зовнішніх причин. Наприклад, внутрішній: якщо оцінювання учнів після блоку освітнього процесу задовільне, чи зовнішній: фахівці створили новий хмарний сервіс чи оприлюднили набори супутникових даних, ШСЗ, який недавно зондує

Землю, тоді необхідно корегувати усі елементи системи: дидактико-методичний блок, організаційно-процесуальний блок, технічний, технологічний, цілепокладальний, оцінювальний і зв'язки-залежності. Таке корегування відбувається відносно часто і є об'єктивно необхідним, оскільки оновлення, наприклад програмного забезпечення QGIS чи ArcGIS відбувається приблизно раз на півроку, що потребує корегувань навчально-методичного супроводу.

Отже ми розглянули три складові зв'язків-залежностей в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі: суб'єкт – об'єкт – процес, які мають 6 типів взаємодій: суб'єкт-суб'єкту, суб'єкт-об'єкту, суб'єкт-процесу, об'єкт-об'єкту, об'єкт-процесу та процес-процесу.

3.3. Моделювання партнерських суб'єкт-суб'єктних відносин в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі

Партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в освітньому процесі досліджувалися багатьма сучасними вченими зокрема, цій тематиці присвятили праці Віктор Андрущенко, Василь Кремінь, Віктор Огнев'юк, Алла Бойко, Наталія Днм'яненко, Олександра Савченко, Олег Топузов, Тетяна Мієр, Олена Биковська, Ірина Бей, Оксана Онопрієнко та інші.

У праці «Філософія освіти» Віктор Андрущенко визначає освіту через суб'єкт-суб'єкту взаємодію «освіта – це, насамперед, процес суб'єкт-суб'єктної взаємодії учителя (педагога) і учня (студента), спрямованої на передачу (засвоєння) знань, формування вмінь і навичок, виховання культури мислення і почуття, здатності до самонавчання і самостійної життєтворчої діяльності [239, с.8].

Василь Кремінь в енциклопедії освіти дає таке тлумачення суб'єкт-суб'єктних відносин: «міжособистісна педагогічна взаємодія, що реалізує базову потребу дитини в залученні її до соціуму і культури суспільства на

основі рівноправного партнерства з учителем, характеризує готовність суб'єктів виховання до взаєморозуміння і взаємоповаги в процесі спілкування і діяльності» [140].

Згідно висновків Алли Бойко суб'єкт-суб'єктні відносини це спеціально організована, гуманна, морально-естетична взаємодія суб'єктів освітнього процесу, що постійно розвивається, спрямована на досягнення мети освіти, соціально і психологічно зумовлена всією системою прийнятих у суспільстві національних і загальнолюдських цінностей [51, с. 883-884].

Партнерські відносини в освітньому процесі сьогодні відіграють ключову роль у формуванні сприятливого середовища для навчання. В сучасному світі перенасичення інформацією вчитель не відіграє роль першоджерела інформації і тим більше «істини в останній інстанції». Проте вчитель має дещо нову роль – координації, направлення і визначення пріоритетних джерел інформації з якими має ознайомитися учень. Ця тенденція ще глибша в організації дослідницької діяльності, оскільки в звичному шкільному процесі вчитель розуміє і заздалегідь знає результати яких має досягнути учень.

У дослідницькій діяльності учень самостійно обирає тему дослідження, освітянин лише направляє і консультує, з цієї позиції ні учень ні вчитель не знають кінцевого результату дослідження. Проте вчитель розуміє алгоритм перевірки валідності гіпотези і де шукати об'єктивні дані, аби перевірити цю гіпотезу. Тому роль вчителя скоріше зводиться до консультування, наставництва та партнерства. Цей процес взаємодії вчителя та учня в сучасній педагогічній думці прийнято трактувати як співтворчість, ми погоджуємося, бо процес дослідження має елементи творчої роботи.

У МАНУ суб'єкт-суб'єктні відносини з позиції «вчитель-учень» мають дещо розгалужену форму, оскільки до дослідницької роботи можуть долучатися декілька вчителів, зокрема – керівник секції «ГІС та ДЗЗ», який організовує освітній процес в однойменній секції. Керівник секції може

також виступати в ролі педагогічного керівника дослідницької роботи учня, або ж наукового керівника, якщо має науковий ступінь.

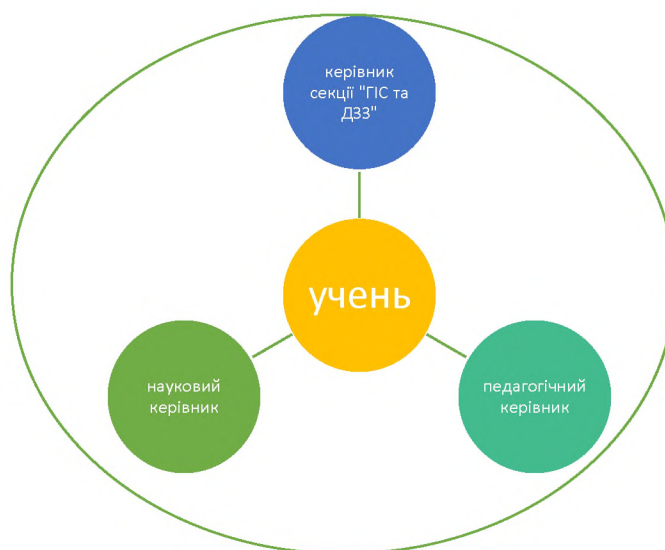


Рис. 40. Структура партнерських суб'єкт-суб'єктних відносин в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі

Відносини керівник секції «ГІС та ДЗЗ» - учень, розпочинаються в тому випадку, якщо учень навчається в секції, що є добровільним волевиявленням учня, аби брати участь у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ, це є не обов'язковою умовою. Проте керівник секції зосереджений і працює виключно на формування в учня необхідних компетентностей, аби організувати ефективний дослідницький процес з використанням технологій ГІС та ДЗЗ.

Окрім того сам дослідницький процес стимулює формування дослідницької діяльності, оскільки ні вчитель ні учень не знають кінцевого результату дослідження. Учень самостійно обирає проблему дослідження, що уможлиблює підвищення його мотивації до власне здійснення досліджень. Проте специфіка використання даних ДЗЗ в дослідницькій діяльності створює можливість обрати будь-яку територію інтересу та будь-який

часовий інтервал, за який доступні дані. Тому результати дослідження можуть становити науковий інтерес не лише для учня, але й для педагога.

Партнерська взаємодія педагогічний керівник - учень, здебільшого передбачає у ролі керівника шкільного вчителя, який навчає учня, вбачає в ньому потенціал до дослідницької діяльності та допомагає організувати її та представити результати на конференціях, конкурсах, проєктах тощо. Наявність педагогічного керівника є обов'язковою умовою участі роботи учня у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ. Педагогічним керівником дослідницької роботи учня секції «ГІС та ДЗЗ» здебільшого є вчитель географії, екології, фізики, інформатики тощо. Партнерський тип взаємодії між ними стає фундаментом для ефективної організації дослідницької діяльності. Оскільки педагогічний керівник працює з учнем, здебільшого, задовго до залучення учня до дослідницької діяльності, знає тип темпераменту, наукові інтереси та здібності учня. Тобто передумовою є більш ширша співпраця між педагогічним керівником та учнем поза межами дослідницької діяльності.

Наявність наукового керівника не є обов'язковою умовою участі учня у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт МАНУ. Науковим керівником може бути вчитель, який має науковий ступінь і може здійснити наукове консультування учня. Здебільшого науковим керівником обирають науковців із закладів вищої освіти, або ж науковців із системи Національної академії наук України, які мають схожі з темою учнівського дослідження наукові інтереси. Науковий керівник здійснює консультування, щодо використання наукового апарату дослідження, формулювання гіпотези, обрання методів та методології дослідження тощо.

Важливим фактором є наявність наукового ступеня, наявність публікацій за темою дослідження та можливість взаємодії з учнем із врахуванням його вікових особливостей.

Загалом найкраща партнерська взаємодія коли, учень, керівник секції «ГІС та ДЗЗ», педагогічний керівник та науковий керівник працюють разом,

аби організувати якісну дослідницьку роботу. Такий формат взаємодії часозатратний проте, зазвичай, дає високі результати, оскільки поєднує роботу не лише педагогів з учнем, але й педагогів між собою, що уможливорює знаходження консенсусу щодо шляху, інтерпретації та узагальнення результатів дослідницької роботи.

Отже нами окреслено партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі у площині учень- керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень -педагогічний керівник та учень-науковий керівник.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ ІІІ

Описано структурні блоки моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ; окреслено наповнення її блоків-модулів, зокрема дидактико-методичного та процесуально-організаційного; визначено зв'язки-залежності структурних компонентів та змодельовано партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в моделі ІОС з основ ДЗЗ.

Описано модель процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ – «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ» в освітньому процесі МАНУ, який умовно складається з декількох структурних компонентів: теоретичний (цілепокладальний, методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти, окремо визначено передумови та організаційно-педагогічні умови), практичний (структурні компоненти та етапи впровадження освітньо-наукової інновації - ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ та географія її впровадження), результуючий (дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ та як результат: створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ).

Визначено, що створення моделі було здійснено у відповідності до запиту на використання даних ДЗЗ в природничій освіті МАНУ. Метою створення моделі є теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ, відповідно до мети окреслено завдання. Процес практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ ґрунтується на концепції наукової освіти.

Змістово-процесуальний компонент складається із дидактико-методичного блоку (адаптація інформаційних ресурсів, укладання відео курсів та тривірневої методики «Основи ДЗЗ») та організаційно-процесуального блоку (складається із освітніх та конкурсних заходів для

учнів та курсів для освітян). Головними компонентами дидактико-методичного блоку-модуля є: трирівнева методика «Основи дистанційного зондування Землі» («Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»), відео-курси («Дистанційне зондування Землі: практикум» та «Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи»), апробаційні методики («Основи ГІС з використанням ArcGIS Online» та «Радарні технології в ДЗЗ») та адаптація інформаційних ресурсів (переклад українською мовою функціоналу хмарних сервісів Європейського космічного агентства: EO browser та Copernicus Browser).

Головними компонентами організаційно-процесуального блоку-модуля є: заходи для освітян (спецкурси за рівнями: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine») і заходи для учнів (навчальні: «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» та «Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ» та конкурсні: «Всеукраїнський конкурс-захист науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ», «Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», та «Всеукраїнський конкурс «Save Спадок»).

До технологічного компоненту віднесено методи, форми та засоби освітнього процесу. Окреслено головні методи (дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність), форми (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна; за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота; за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо) та засоби (Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online,

Giovanni NASA, Google Earth Engine) організації освітнього процесу під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ.

Визначено, що до організаційно-педагогічних умов відноситься: створення міждисциплінарного дослідницького простору, залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження, застосування ІТ, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження та орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження

У дослідженні визначено і описано десять етапів впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ: виявлення суперечності, зародження ідеї, розробка інновації, апробація інновації, перевірка ефективності інновації, корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу, масштабування, перевірка ефективності інновації у масштабуванні, удосконалення інновації та органічна інтеграція або стагнація.

Окреслено структурні компоненти ІОС з основ ДЗЗ, зокрема визначено, що сутністю ІОС є освіта через дослідження. Змістовими компонентами є комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС» та «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». Описано зв'язки-залежності структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ та виокремлено партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини за такими типами взаємодії: учень-керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень-педагогічний керівник, та учень-науковий керівник. Окреслено географію впровадження ІОС з основ ДЗЗ, яка охоплює 14 територіальних відділень МАНУ.

Окреслено три складові зв'язків-залежностей в інформаційно-освітній системі з основ дистанційного зондування Землі: суб'єкт – об'єкт – процес, які мають 6 типів взаємодій: суб'єкт-суб'єктну (учень –керівник секції – науковий керівник – педагогічний керівник), суб'єкт-об'єкту (суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси), суб'єкт-процесну (взаємодії між суб'єктами освітнього процесу та

дидактико-методичним блоком, організаційно-процесуальним блоком, технічним, технологічним, цілепокладальним, оцінювальним елементами системи), об'єкт-об'єктну (взаємодія між ІТ, використання ІІІ), об'єкт-процесну (взаємодія між ІТ та освітнім процесом) та процес-процесну (взаємодія між освітнім процесом та процесом оцінювання його результатів чи результатів дослідження). Змодельовано партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини в ІОС з основ ДЗЗ на рівні «вчитель-учень» через взаємодії «учень-керівник секції «ГІС та ДЗЗ», «учень -педагогічний керівник» та «учень-науковий керівник».

Окреслено, що в сукупності усі заходи із впровадження ІОС з основ ДЗЗ сприяють тому, аби створити нову спільноту із учасників освітнього процесу які зацікавлені та використовують дані супутникового моніторингу Землі, це виражається через зокрема через розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАНУ та створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ.

Основні наукові положення розділу 3 висвітлено в опублікованих працях автора [12, 16, 19].

IV. ПРОЦЕС УПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ АВТОРСЬКОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В СТРУКТУРІ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

4.1. Впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі як багатоаспектне явище

Впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем з широкої позиції – користі для суспільства і з вузької позиції – користі для освіти.

З позиції користі для суспільства маємо на увазі вплив такі аспекти, як:

Екологічний аспект: Дані ДЗЗ дозволяють вчасно виявляти зміни, комплексно їх оцінити, в тому числі, в динаміці, та споектувати і спрогнозувати подальший розвиток процесів чи явищ в екосистемі. Це допомагає обрати оптимальну стратегію дій, вчасно реагувати на екологічні ризики та проблеми й приймати відповідні рішення.

Економічний аспект: Використання даних ДЗЗ може мати великий економічний потенціал. Наприклад, в сільському господарстві відстеження стану врожаю за допомогою супутникових знімків може допомогти оптимізувати ресурси (полив, внесення добрив тощо), збільшити врожайність та ефективність виробництва. Для урбаністики – оцінювати динаміку розвитку населених пунктів та проектувати забудови.

Суспільний аспект. Відкриті супутникові дані дають можливість широкій громадськості моніторити процеси та явища, які відбуваються в їх регіоні, країні чи світі та реагувати відповідно до отриманої інформації. Наприклад, громадськість може відслідковувати за супутниковими знімками динаміку видобутку бурштину на Поліссі чи вирубки лісів у Карпатах, або ж вегетаційні процеси на півострові Крим в період тимчасової окупації. Тобто в суспільному аспекті використання супутникових даних сприяє підвищенню

інформаційно-цифрової компетентності, та надає громадськості об'єктивні дані, для критичної оцінки стану екосистеми, процесів, явищ тощо.

Політичний аспект: Використання даних ДЗЗ має важливе значення для прийняття політичних рішень, у демократичних суспільствах, оскільки сприяє поінформованості суспільства про реальний стан навколишнього середовища. Наприклад, політичне рішення про необхідність зменшення викидів діоксиду азоту в повітря, може бути аргументоване аналізом концентрації цієї сполуки в атмосферному повітрі у населеному пункті де проживають виборці за останні 10 років за супутниковими знімками. Це дозволяє розробляти більш обґрунтовані та ефективні стратегії розвитку громади через прийняття політичних рішень.

Науковий аспект: Використання даних ДЗЗ сприяє отриманню об'єктивних даних для наукових розвідок в різних галузях, таких як кліматологія, геологія, екологія, сільське господарство тощо. Це дозволяє зрозуміти зміни на планеті та їх вплив на життя людини. Наприклад моніторинг за супутниковими знімками екосистеми, яка формується на дні Каховського водосховища після підриву дамби, дає науковцям можуть моніторити вегетаційні процеси дистанційно і у великих площах одночасно, при цьому не наражаючи своє життя на небезпеку.

З позиції користі для освітнього процесу маємо на увазі вплив такі аспекти, як:

Доступність. Дані ДЗЗ є відкритими для усіх, незалежно від їхнього місця проживання. Це може бути особливо корисним для учнів з віддалених районів, селищ і сіл, або для тих, хто має особливі освітні потреби, чи обмежену можливість отримати традиційну освіту через певні обставини (наприклад безпекові обставини).

STEM-освіта. Впровадження і ІОС з основ ДЗЗ сприяє розвитку STEM-освіти (наука, технології, інженерія, математика), оскільки дає можливість учням отримувати практичний досвід з використання сучасних

інформаційних технологій та наукових методів у дослідженнях, застосовуючи усі галузі знань, що входять у STEM.

Міждисциплінарність. Використання ДЗЗ сприяє розвитку міждисциплінарності освітнього процесу, оскільки включає елементи з різних наукових та технічних галузей, таких як географія, екологія, фізика, інформатика, історія, математика тощо, а супутникові знімки можуть бути використані, як об'єднуючий чинник, оскільки для дешифрування, інтерпретації результатів аналізу геоданих необхідно мати знання з вищезгаданих дисциплін.

Глобальність. ДЗЗ дозволяє проводити спостереження та досліджувати території незалежно від місця проживання чи перебування учнів. Оскільки дані ДЗЗ покривають усю планету (враховуючи певні часові та технічні обмеження). Це розширює можливості доступу до освіти для різних груп населення та допомагає зменшити територіальні обмеження збору даних для дослідження.

Підвищення мотивації. Впровадження ДЗЗ впливає на підвищення мотивації учнів до вивчення науки та технологій, оскільки учні мають можливість самостійно аналізувати дані про стан території їх проживання чи території інтересу та практично застосовувати дані у власних спостереженнях чи дослідженнях. Також учні позитивно сприймають використання ІТ під час освітнього процесу в цілому, оскільки ці технології уже є органічною частиною життя сучасної людини.

Розвиток критичного мислення. Використання даних ДЗЗ в освітньому процесі стимулює розвиток критичного мислення, оскільки учні використовують реальні, об'єктивні дані з першоджерела та досліджують різні аспекти природних явищ. Учні можуть самостійно перевіряти інформацію, яку знаходять у ЗМІ чи соціальних мережах, за допомогою супутникових знімків. Окрім того учні мають можливість порівнювати супутникові дані декількох місій спостереження за Землею (наприклад дані з місій Sentinel та Landsat), комбінувати ці дані, узагальнювати та

простежувати тенденції. Наприклад за супутниковими знімками можна перевірити куди рухається хмара із підвищенням сульфур діоксиду в наслідок виверження вулкану на Канарських островах у вересні 2021 року, які країни найбільше постарждали, коли концентрація шкідливих речовин цієї хмари почала зменшуватися, тощо. Тобто учні мають можливість моніторити, ті дані які зустрічають у ЗМІ, і ті які безпосередньо впливають на їх життя та здоров'я.

Оскільки модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ впроваджувалася у чотирнадцяти територіальних відділеннях МАНУ і, відповідно, зазнавала адаптацій, видозмін компонентів, в тому числі, за краєзнавчим принципом навчання, ми окреслили та узагальнили модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ. Модель умовно складається з блоків: організаційного, адаптаційного та результуючого (Рис.41).

Організаційний блок складається із умов впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ, які згруповані в нормативні, матеріально-технічні, навчально-методичні, кадрово-адміністративні та комунікаційні групи. До нормативних ми відносимо внесення в структуру відділення Наук про Землю територіального відділення МАНУ секції «ГІС та ДЗЗ», затвердження навчальної програми, та навчального плану роботи секції, нормативна підтримка участі учнів та педагогів територіального відділення у заходах освітнього та змагального характеру організованих в рамках діяльності МАНУ та поза її межами в рамках вивчення сфери ДЗЗ. До матеріально-технічних ми відносимо: персональні комп'ютери, швидкісний Інтернет, програмні забезпечення (для отримання та обробки даних супутникового моніторингу Землі, ГІС, візуалізації просторово-прив'язаної інформації тощо), доступ до хмарних сервісів, технології дистанційного навчання тощо.

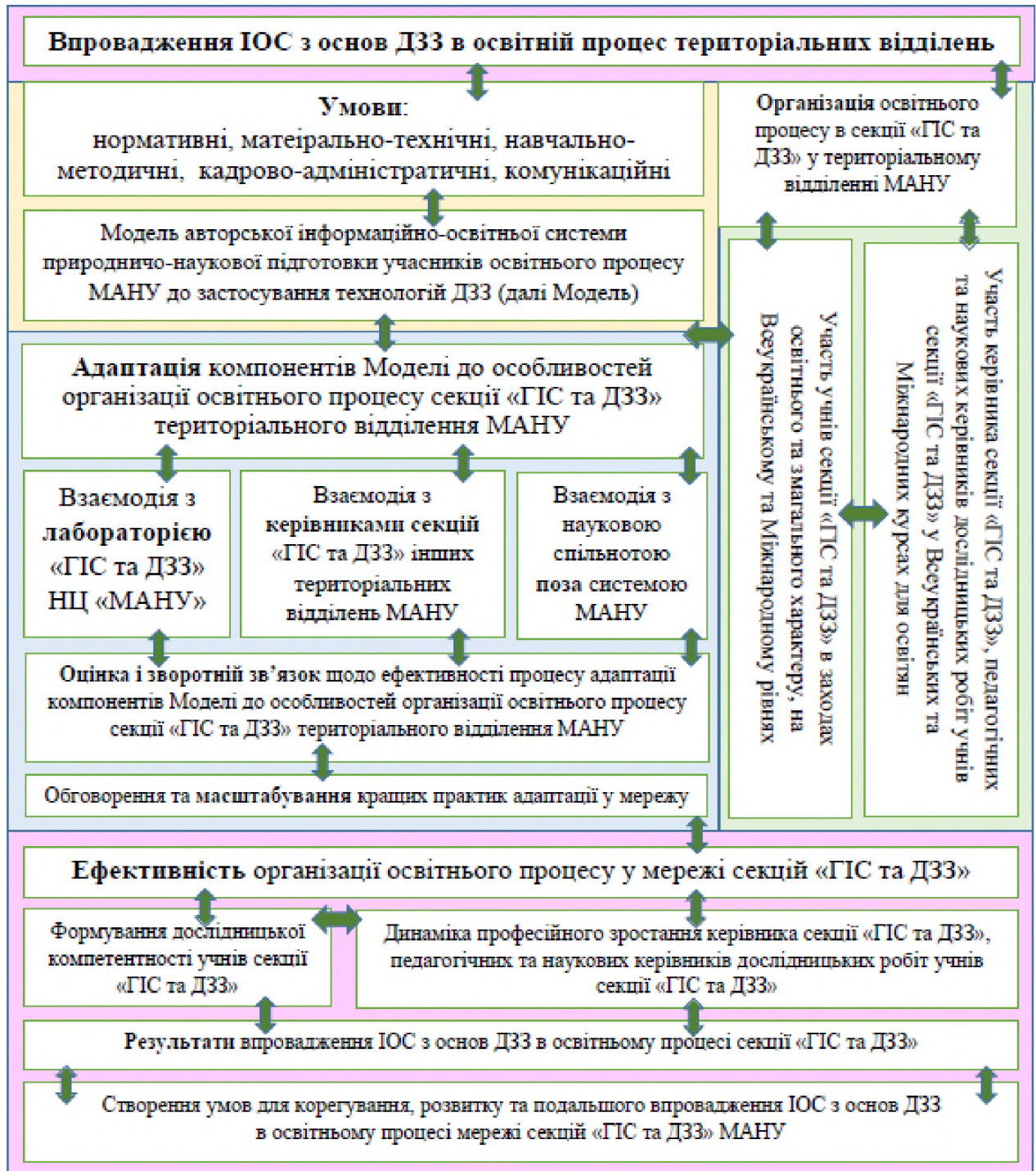


Рис.41 Модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ

До навчально-методичних ми відносимо освітні матеріали, які розроблені фахівцями: лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру МАНУ, Європейського космічного агентства, НАСА, українськими та зарубіжними фахівцями, щодо впровадження технологій ДЗЗ та ГІС у сферу

освіти закладів середньої загальної та позашкільної освіти. До кадрово-адміністративної групи ми відносимо створення умов для залучення в освітній процес територіального відділення МАНУ керівника секції «ГІС та ДЗЗ», наукових та педагогічних керівників учнів секції «ГІС та ДЗЗ», наукової спільноти територіальних громад, які охоплює територіальне відділення МАНУ освітнім процесом. До комунікаційної групи ми відносимо: розроблення комунікаційної стратегії, щодо популяризації освітнього напрямку сфери ГІС та ДЗЗ територіального відділення МАНУ, результатів дослідницької діяльності учнів секції «ГІС та ДЗЗ», комунікація в межах та поза межами системи МАНУ тощо.

В основі моделі впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ є статична модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, яка узагальнено описує умови, етапи та результати впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес системи МАНУ від ідеї до практичного впровадження. В процесі адаптації деякі компоненти цієї моделі, зокрема, зміст, форми, методи та засоби тощо, зазнають змін у відповідності до особливостей організації освітнього процесу секції «ГІС та ДЗЗ» територіального відділення МАНУ.

Для дослідження процесу та результатів адаптації організовано три рівні взаємодії, зокрема з фахівцями лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру МАНУ, керівниками секції «ГІС та ДЗЗ» інших територіальних відділень МАНУ та взаємодія з науковою спільнотою поза межами системи МАНУ. Оскільки кожне територіальне відділення МАНУ має певну різницю в умовах та способах впровадження компонентів моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, важливим етапом є оцінка і зворотній зв'язок щодо ефективності процесу такої адаптації до особливостей організації освітнього процесу секції «ГІС та ДЗЗ» територіального відділення МАНУ. Цей етап є передумовою для подальшого

дослідження того, які адаптовані компоненти є ефективними для подальшого масштабування в межах мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» МАНУ. Також, освітній процес секцій «ГІС та ДЗЗ» більшою мірою відбувається в рамках моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, за якою визначено дидактико-методичний та організаційно-процесуальний блоки, згідно яких передбачається участь учнів секції «ГІС та ДЗЗ» та педагогів (керівника секції «ГІС та ДЗЗ», педагогічних та наукових керівників дослідницьких робіт учнів секції «ГІС та ДЗЗ») в заходах освітнього та змагального характеру, на Всеукраїнському та Міжнародному рівнях.

У випадку організації освітнього процесу згідно визначених чи адаптованих компонентів моделі авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ, здійснюється дослідження ефективності організації цього освітнього процесу. Зокрема через дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ. Оскільки освітній процес це багатокомпонентний феномен, який лише умовно можна змоделювати, визначивши за певними критеріями головні блоки, ми передбачаємо, що кінцевим результатом моделі є створення умов для корегування, розвитку та подальшого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» МАНУ.

Отже, впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем з позиції – користі для суспільства, ми розглянули екологічний, економічний, суспільний, політичний та науковий аспекти, і з позиції впливу на освітній процес вплив на: доступність, міждисциплінарність, глобальність, підвищення мотивації, розвиток критичного мислення та STEM-освіту. Також, розроблена модель впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес територіальних відділень МАНУ.

Роль та місце інформаційних технологій в освітньому процесі

Інтеграція ІТ в освіту є важливим етапом розвитку освітніх технологій, який забезпечує підвищення ефективності навчання та розвитку критичного мислення та цифрової грамотності учнів. Для досягнення цих цілей необхідна спеціальна стратегія, яка має на меті створення оптимальних умов для використання ІТ в освіті.

ІТ почали використовувати в освіті з появою перших комп'ютерів в середині 20-го століття. У 1960-і та 1970-і роки було створено перші навчальні програми, які передбачали використання комп'ютерів. Однією з перших навчальних програм була програма "PLATO" (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations), створена в 1960 році на базі комп'ютера ILLIAC I в Університеті Іллінойса. Ця програма дозволяла студентам вивчати математику та інші дисципліни на основі інтерактивних уроків [298].

Також до перших навчальних програм відносять "TICCIT" (Time-Shared Interactive Computer-Controlled Information Television), створена в 1969 році для використання в початковій школі [313], та "LOGO" (Logical Operations with Graphic Output), розроблена в 1967 році в Массачусетському технологічному інституті для вивчення програмування та геометрії [261].

Протягом наступних десятиліть використання ІТ в освіті постійно розвивалося та удосконалювалося. У 1980-і та 1990-і роки комп'ютери стали більш доступними та поширеними, що дозволило використовувати їх в шкільній освіті. Перші спроби використання Інтернету у навчанні почалися в 1990-х роках, коли з'являлися перші веб-сайти з освітнім контентом та інтерактивними навчальними ресурсами. У 1993 році було створено перший веб-браузер Mosaic, який сприяв швидкому зростанню кількості доступних веб-ресурсів і відкрив нові можливості для використання Інтернету в освіті. Mosaic був створений в Національному центрі дослідження додатків інформаційних технологій (National Center for Supercomputing Applications, NCSA) при Університеті Іллінойсу в Урбан-Шампейні [408]. Він був першим

веб-браузером, який підтримував графічний інтерфейс користувача, здатність до завантаження зображень та інших мультимедійних елементів [408].

У 2000-і роки з'явилися нові ІТ-технології, такі як мультимедійні засоби, інтернет-технології та інші програмні продукти, що значно полегшили процес навчання та дозволили зробити його більш інтерактивним. У 2000-х роках з'явилися перші платформи для дистанційного навчання, такі як Blackboard та Moodle [395], [280], які дозволяли викладачам та студентам взаємодіяти та виконувати завдання в онлайн-середовищі. З появою мобільних пристроїв та швидкого розвитку бездротового Інтернету з'явилися нові можливості для використання мобільних додатків та веб-сайтів для навчання та самонавчання.

Сьогодні ІТ настільки органічно інтегрувалися в наукову та освітню сфери, що важко уявити аналіз даних та статистичні обчислення без відповідних програмних сервісів. Крім того, інтеграція ІТ дозволяє створювати та використовувати цифрові бібліотеки, які зберігають наукові публікації та інформацію про наукові дослідження. Що сприяє доступності інформації та полегшує процес пошуку необхідної інформації. Також, інтеграція ІТ в освіту дозволяє створювати та використовувати віртуальні лабораторії та інші електронні навчальні ресурси, що дає можливість здійснювати експерименти та дослідження в онлайн-режимі. Також, інтеграція ІТ в освіту дозволяє розвивати та використовувати такі інформаційні технології, як штучний інтелект, машинне навчання, блокчейн тощо, що можуть змінити підхід до проведення наукових досліджень та роботи з науковими даними.

Сьогодні використання ІТ в освіті стало необхідною складовою навчального процесу. Викладачі та учні використовують різноманітні програмні продукти, онлайн-ресурси, мультимедійні матеріали та інші технології в освітніх цілях. Це обумовлено не лише революційним розвитком ІТ сфери, але об'єктивною необхідністю, що в нашій країні, зокрема

зумовлено активним розвитком дистанційної освіти через пандемію COVID-19 та повномасштабну фазу російсько-української війни.

Аби окреслити стратегію інтеграції ІТ в освіту, перш за все, варто визначити її цілі. Ми вважаємо, що узагальнено цілі можна згрупувати в такі блоки:

— Забезпечення доступності ІТ-інфраструктури (зокрема, персональних комп'ютерів, доступу до хмарних технологій, швидкісного Інтернету, мультимедійних технологій тощо) у закладах освіти.

— Постійний розвиток цифрових компетенцій учителів та інших фахівців в галузі освіти. Оскільки індустрія ІТ розвивається із значною швидкістю, освітні програми для закладів освіти та програми перепідготовки для вчителів мають оновлюватися на постійній основі.

— Розробка інтерактивних методів навчання та дидактичних матеріалів з використанням ІТ на різних рівнях освіти дозволить підвищити ефективність освітнього процесу. Зокрема вбачаємо необхідність розвивати більшою мірою хмарні освітні сервіси та фінансувати їх через освітні гранти, що дозволить розширити та спростити можливості їх безкоштовного використання.

— Забезпечення зручного та ефективного використання електронних сервісів для адміністрування освітнього процесу та управління освітнім закладом із збереженням конфіденційності інформації.

— Розробка нових педагогічних стратегій та методик навчання з використанням ІТ. Освітня сфера має синхронізувати сучасні запити учнів з відповідною пропозицією від закладів освіти. Наприклад, бурхливий розвиток штучного інтелекту, який ми зараз спостерігаємо, уже впливає на запити учнів, освітній процес має підлаштуватися під ці запити і навчити використовувати ІШ, як додаткове джерело інформації та аналізу даних.

— Розвиток критичного мислення, творчості та інноваційного мислення учнів за допомогою ІТ. Інформаційні технології слід розглядати як засіб підвищення ефективності освітнього процесу, який дозволяє затрачати

менше часу та ресурсу на пошук, обробку та аналіз інформації, проте він поки не може замінити людську свідомість, емоції та творчість, які відрізняють нас від машин.

Щодо стратегії інтеграції ІТ в освіту, то найважливішим питанням, яке, на нашу думку, не втратить актуальності, а лише буде загостриватися це: формування цифрової грамотності учня. Компоненти цієї грамотності можуть з часом змінитися і розширитися, аби більше відповідати вимогам часу, але уже зараз це питання стоїть в суспільному запиті дуже гостро. Зокрема з очевидних причин: сучасна людина залишає в просторах інтернету цифровий слід в тому числі географічний (локації де перебувала людина, коли і скільки часу провела, звичні маршрути пересування тощо) за яким можна відслідкувати зацікавлення та певну інформацію про людину. Чим раніше дитина починає користуватися цифровими технологіями, тим більше інформації може про себе залишити, тому даючи дитині девайс з доступом до Інтернету, дорослі зобов'язані пояснити їй наслідки та правила, які існують у цифровому світі. Освіта з цифрової грамотності допомагає учням стати здатними до вирішення різноманітних завдань в сучасному світі, таких як пошук та оцінка інформації, захист від кіберзагроз, ефективна комунікація та співпраця з іншими людьми в онлайн-середовищах, розробка та використання програмного забезпечення тощо. Крім того, цифрова грамотність є важливою для підготовки учнів до подальшого навчання та професійного розвитку, оскільки більшість сучасних професій пов'язані з використанням ІТ.

Також важливим питанням є розробка та використання ІТ у відповідності з віковими особливостями учнів. Величезний масив програмних продуктів, які розробляються як компаніями, так і окремими ентузіастами можуть бути використані в освітніх цілях. Використання програмних продуктів в освітньому процесі залежить більшою мірою від рекомендацій вчителя. Освітній регулятор зараз не повністю встигає контролювати та корегувати використання цих ресурсів, з одного боку це

позитивно – бо забезпечує автономію вчителя, а з іншого програмні коди можуть приховувати додатковий збір інформації про користувача, шкідливі рекламні інтеграції, слабкий захист від кібератак, усе це може привести до непередбачуваних наслідків, тому і відповідальність за їх використання лягає на вчителя. Умовно врахування вікових особливостей учнів при використанні ІТ в освітньому процесі можна розглядати за такими прикладами: для учнів початкової загальної освіти можуть бути створені ігрові програми, які допомагають вчитися рахувати, читати та писати. Для старших учнів базової загальної середньої освіти можуть бути створені веб-сайти або блоги, на яких вони можуть публікувати свої творчі роботи, подкасти та спілкуватися зі своїми однолітками з усього світу. Це може бути корисним для розвитку їхніх комунікативних та соціальних навичок. Для здобувачів повної загальної середньої освіти можуть бути створені спеціалізовані програми для підвищення їхньої продуктивності (тайм-менеджменту) та організації навчального процесу (персоналізовані навчальні програми відповідно до запиту учня). Наприклад, можна використовувати програми для збору та аналізу матеріалів та даних досліджень, або підготовки до іспитів.

Використання ІТ може бути дуже ефективним для навчання, якщо воно відповідає віковим потребам учнів та використовується належним чином. Важливо враховувати, що діти різних вікових груп мають різні здібності та потреби.

Щодо перспектив інтеграції ІТ в освіті, то базуючись на аналізі ретроспективи, очевидно що роль та позиції ІТ тільки посилюються. Теперішні учні нерозривно пов'язані з ІТ в буденному житті. Вирішення будь-якого побутового питання уже передбачає використання ІТ (розумні будинки, телевізори та пральні машини, моніторинг за геолокацією транспортного засобу, придбання продуктів харчування, всюди ІТ допомагають робити життя людини простішим, швидше й ефективніше рішення приймати) і ця тенденція тільки зростає з часом.

Використання ІТ в освіті може сприяти значному розвитку науки та технологій. Ось декілька перспектив використання ІТ в освіті: ІТ дозволяють створювати складні моделі та візуалізації даних, що допомагає учневі краще розуміти результати своїх досліджень та знаходити нові тенденції; з використанням ІТ можна організовувати дистанційну роботу з іншими учнями з різних куточків світу, що забезпечує зручність та швидкість комунікації; з розвитком штучного інтелекту можна використовувати ці технології для підвищення ефективності досліджень, автоматизації аналізу даних та підвищення точності експериментів; ІТ дозволяють створювати віртуальні середовища та середовища доповненої реальності, що може допомогти учням здійснювати дослідження в більш безпечних освітньому процесі та створювати нові можливості для дослідження.

Проте не варто забувати і про негативні сторони використання ІТ в освіті, їх умовно можна згрупувати у декілька блоків: фізичні проблеми (наприклад перенапруження очей, наслідки «сидячого» способу життя), соціальні проблеми (діти втрачають навичку комунікувати без девайсів, оскільки менше практикують спілкування офлайн); психологічні проблеми (надмірна залежність від технології, без ІТ важко прийняти рішення чи знайти відповідь на питання, підвищена прокрастинація, оскільки ІТ дають доступ до безлічі ігор та відеоматеріалів, які захоплюють увагу учня).

Узагальнюючи інформацію щодо стратегії та перспективи інтеграції ІТ в освіту, вбачаємо наступне: роль та позиції ІТ в освітній сфері безумовно будуть зростати, тому освітянська спільнота має бути готовою до цього виклику. І з ціллю підвищення цифрової грамотності учнів, вчитель має постійно піклуватися про свою самоосвіту, а також враховувати ризики, які можуть причинити ці технології для здоров'я людини.

*Потенціал використання інформаційних технологій
у вивченні наук про Землю*

ІТ мають революційний вплив на науку загалом і на цикл дисциплін науки про Землю, зокрема. Окрім впливів загальних для усіх наукових сфер – створення баз даних їх аналіз та візуалізація, існує безліч платформ, що дозволяють зберігати, поширювати результати своїх досліджень з іншими освітянами, науковцями та широкою громадськістю. Науки про Землю мають складний та унікальний для цієї галузі набір ІТ, зокрема технології – ГІС та ДЗЗ. Науковці та освітяни мають змогу збирати та аналізувати великі обсяги даних про Землю з допомогою супутникових знімків, датчиків, GPS-систем та інших технологій. Це дозволяє науковцям отримувати більш детальну та точну інформацію про клімат, рух плит, зміни ландшафтних структур та інші процеси на планеті. Моделювати складні процеси на основі цих даних, зокрема, за допомогою комп'ютерних програм, можна через створення комп'ютерних моделей, щоб досліджувати, наприклад, як будуть змінюватися кліматичні умови при різних сценаріях викидів парникових газів.

У педагогічній літературі існує безліч праць про роль ІТ під час вивчення наук про Землю. Однією з вагомих праць з цього питання є книга «ІТ в геологічному навчанні» (Information Technology in Geology Education), яку у 2005 році видав Майкл Хайс (Університет Квінсленду в Австралії) [321].

У цій книзі автор обговорює різні аспекти використання ІТ в під час вивчення геології, включаючи використання комп'ютерних програм для моделювання геологічних процесів, використання Інтернету та відео для навчання віддалено, використання ГІС для обробки та аналізу даних про Землю, та інші аспекти. Головна думка автора полягає в тому, що ІТ можуть значно полегшити вивчення геології та інших дисциплін циклу науки про Землю, дозволяючи учням отримувати більш детальну, точну та доступну інформацію про процеси, що відбуваються на планеті. Хайс відзначає, що ІТ

можуть допомогти учням у формуванні уявлень про зв'язки між різними процесами на Землі та сприяти розвитку критичного мислення та розумінню глобальних проблем, таких як зміна клімату тощо.

Велику кількість цитувань та запитів на завантаження через мережу Інтернет мають практико-орієнтовані статті, де автори на прикладі певних ресурсів та платформ показують можливі шляхи використання ІТ в освіті. Зокрема у праці «Google Планета Земля як (не лише) інструмент вивчення географії» (Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool) Тодда Паттерсона [371] розглядається можливість використання Google Earth в освітньому процесі, зокрема під час вивчення географії. Автор звертає увагу на те, що Google Earth може допомогти у візуалізації та розумінні географічних концепцій, а також сприяє розвитку критичного мислення та вмінь аналізувати та інтерпретувати дані. Автор також описує використання програми в інших предметах, таких як історія, екологія та література. Він вказує на те, що цей інструмент може допомогти учням краще розуміти та відтворювати історичні події, а також вивчати геологічні та екологічні явища.

У статті «Геоінформаційні технології та інноваційне навчання: ключі до реформування навчальних програм з географії» (Geographic Information Technology and Innovative Teaching: Keys to Geography Degree Curriculum Reform) Марті Кароліна, Жауме Феліу та Дієго Варга [352] розглядають вплив ІТ на можливість реформування освітніх програм з географії у відповідності до вимог Європейського простору вищої освіти (ЄПВО). Автори розглядають використання ГІС як технологію, яка може допомогти покращити ефективність освітнього процесу. Вони також розглядають нові підходи до навчання, такі як проблемне навчання, яке забезпечує більш активну участь студентів в освітньому процесі. Автори, наприклад, пропонують, для дослідження проблем глобального масштабу використовувати платформу Google Earth.

У праці «Інформаційні технології у навчанні географії з точки зору вчителя» (Information Technologies in Teaching Geography from the Teacher's

Point of View) Мартін Блажек, Мартін Лана, Войтех Блажек, Ян Дворжак [275], автори провели дослідження серед вчителів географії у Чеській Республіці та зібрали дані за допомогою анкетного опитування та глибинних інтерв'ю про роль ІТ у вивченні географії. За результатами дослідження автори встановили, що вчителі на уроках використовують різні ІТ-інструменти, зокрема й ГІС (ArcGIS Online), відео та аудіо матеріали, інтерактивні дошки та інші. Також, автори виявили певні виклики, з якими зіткнулися вчителі під час використання ІТ-інструментів, такі як відсутність підтримки від адміністрації, нестача обладнання та програмного забезпечення та недостатнє навчання вчителів використовувати ІТ-інструменти. Щодо ролі та місця супутникового моніторингу в шкільному освітньому процесі, то важливою працею вважаємо – «Адаптивне веб-середовище навчання для застосування дистанційного зондування в школах» (An adaptive web-based learning environment for the application of remote sensing in schools) Вольфа Нільса, Віри Фуксгрубер, Гвідо Рімбауера та Александра Зігмунда [419], в якій автори описують розробку адаптивної системи, яка враховує особистість кожного учня, його знання та навички, і дозволяє кожному учневі вивчати матеріал в своєму власному темпі. Для успішного впровадження ДЗЗ на шкільних уроках реалізується діяльнісна і проблемно-орієнтована освітня концепція. Крім того, автори пропонують використовувати інтерактивні вправи та завдання, які дають учням можливість отримувати миттєвий фідбек та покращувати свої навички.

Узагальнено, ми вважаємо, що в процесі вивчення наук про Землю можна використовувати такі блоки ІТ:

- ГІС (наприклад, ArcGIS , QGIS, Google Earth Engine тощо);
- Платформи ДЗЗ (EO Browser, Copernicus Browser, Landsat, Copernicus Hub, USGS тощо);
- Інтерактивні карти та візуалізації (Mapbox, Carto, OpenStreetMap, Google Maps тощо);

- Мобільні додатки (GPS-навігація, Geo Quiz, National Geographic World Atlas, PeakFinder, Maps.me тощо);
- Соціальні медіа платформи (освітні спільноти в Twitter, Instagram, Facebook тощо);
- ІТ для дистанційного навчання (National Geographic Education, World Atlas, National Geographic Kids, Maps of the World, Esti Story Maps тощо).

Ці ІТ лише умовно поділені на блоки, оскільки одну й ту ж платформу (наприклад Google Earth) можна одночасно віднести до ГІС, ДЗЗ, інтерактивних карт та мобільного додатку.

Щодо перспектив використання ІТ як освітнього інструменту в процесі вивчення наук про Землю, то на наш погляд, в світі загалом і в нашій країні, зокрема, цей процес варто розглядати з позиції вимог підготовки громадян до умов життя в Індустрія 4.0. Це новий етап розвитку промисловості, який характеризується високою автоматизацією виробництва, використанням інтернету речей, штучного інтелекту та інших технологій. Де на перше місце запиту на освіту виступає розвиток креативності, творчості, критичного та системного мислення та екологічної свідомості. Запам'ятовування великого обсягу наукових фактів, збір даних та їх аналіз все більше на себе перебирають технології, проте вони не приймають рішення, це все ще сфера відповідальності людини, а ІТ в цьому – допоміжний механізм.

4.2. Організаційно-педагогічні умови і критерії впровадження моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в МАН України.

Передумови та умови впровадження інформаційно-освітньої моделі з основ дистанційного зондування Землі

Згідно визначення, що подається у словнику української мови [223, с. 178], передумови це «попередня умова існування, виникнення, діяння і т. ін.

чого-небудь». У кембриджському словнику передумови визначаються «щось, що повинно існувати або відбуватися, перш ніж щось інше може існувати чи відбуватися» [358]. Передумови впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ ми описували в пункті 1.5, тут ми узагальнимо до передумови до більш широкого спровадження умовно можна згрупувати у декілька блоків, зокрема: нормативні, суспільні та особистісні.

До нормативних ми відносимо законодавчі акти, укази, листи і накази різних рівнів установ, що відповідають за якість надання освітніх послуг. Найважливішим документом, що регламентує роботу освітньої сфери нашої держави є чинний закон «Про освіту» [123], де зазначається, що учень має право на здобуття освіти наукового спрямування, наказ Міністерства освіти і науки України «Про затвердження стандарту спеціалізованої освіти наукового спрямування» де визначено зміст, загальний обсяг навчального навантаження тощо програм освіти наукового спрямування. Наша авторська ІОС з основ ДЗЗ, опирається на педагогічну концепцію наукової освіти. В нормативно-правових документах України термін «наукова освіта» сьогодні не зустрічається. Проте група суспільних передумов вносить в цю ситуацію корективи, зокрема в МАНУ створено Центр ЮНЕСКО з наукової освіти, в УДУ імені Михайла Драгоманова – кафедру ЮНЕСКО з наукової освіти. Створено періодичне видання з назвою «Science education: theory and practice» (Наукова освіта: теорія та практика) та громадську організацію «Наукова освіта». У ряд провідних організацій освіти входять українські вчені зокрема в профільну робочу групу з наукової освіти організації All European Academies (Всі європейські академії) (далі – ALLEA). Також зауважимо, що в умовах глобалізації та мобільності тенденція до становлення та розвитку ідей наукової освіти в провідних університетах світу стимулює українську освіту більш детально вивчати практику впровадження цієї концепції в МАНУ для цілей вищої школи.

Визначаючи особистісні передумови впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ на засадах наукової освіти в МАНУ, ми більшою мірою

опираємося на звіт експертної групи ALLEA з питань наукової освіти для європейської комісії «Наукова освіта для відповідальних громадян» [393]. Теперішні діти в дорослому житті стикнуться з проблемами суспільного, екологічного та економічного характеру в значно більших масштабах ніж це є сьогодні. Тому провідні фахівці робочої групи визначили шляхи підготовки дітей не лише до життя в нових умовах, але й до формування іншої світоглядної позиції.

Умовно, головна ідея звіту зводиться до ланцюга реакцій, де пусковим механізмом є освіта. Так, знання, які здобуває учень базуючись на концепції наукової освіти дозволяють сформувати, з одного боку, новий підхід до отримання невідомої інформації через дослідження, учень не чекає, що хтось (вчитель/куратор/тьютор тощо) є джерелом знань, а сам є в позиції шукача відповідей на поставлені питання, з іншого боку, знання які учень отримав під час такого навчання мають визначальний вплив не лише на багаж знань, а й на формування світогляду, оскільки формується навичка простежувати причинно-наслідкові зв'язки. Від цього розуміння наслідків у різного масштабу систем (від екосистеми до мікро суспільних груп), змінюється підхід до прийняття власних рішень, стилю життя сім'ї, школи, громади, керувати та впливати на які йому під силу. Так формується суспільство свідомих громадян, а свідомість передбачає свободу. Свободу вибору, дій, потреб, що в свою чергу веде до відповідальності. Отже учень з раннього дитинства, через дослідницьку діяльність, отримує інструменти та знання, що через декілька років сформують суспільство свідомих та відповідальних громадян, щодо себе зокрема та світу загалом.

Як зазначається у звіті ALLEA «Наукова освіта для відповідальних громадян» теперішні учні що тільки розпочинають навчання в школі «ймовірно, змінять кар'єру два або три рази протягом свого життя» [393, с. 12]. Така ситуація потребує гнучкого процесу перекваліфікації працівників і ця тенденція уже не може обмежуватися лише стінами відповідних установ, мережа інтернет і масове використання гаджетів сприятливе середовище для

популяризації якісних освітніх курсів «сучасні учні хочуть отримати найкращі знання з різних джерел, а не з одного чи двох авторитетних установ. Насправді, незалежно від того, заохочують це школи чи ні, люди це вже застосовують» [393].

Опираючись на тенденції останніх років, такі питання як якість та кількість харчових продуктів, екологічна ситуація, енергетична безпека, глобальні кліматичні зміни, лиш загострюються «з'явиться набагато більше можливостей для вирішення цих проблем, якщо всі суб'єкти суспільства будуть усвідомлювати проблеми і їх наслідки, а також брати активну участь у наданні допомоги щодо виявлення цих проблем і моніторингу суспільної реакції на них» [393, С.14]. Наукова освіта має за ціль навчити учнів не покладатися на емоції чи так звані суспільні міфи, а керуватися виключно фактами і їх аналізом, в такому випадку прийняття рішень відбувається в рамках раціонального мислення.

Звичка досліджувати невідоме, спрє формуванню індивідуального алгоритму роботи з новою інформацією та ситуацією. Більшість європейських учнів у 2020 році вимушено змінювали форму навчання на дистанційну через поширення вірусу COVID-19. Швидкий темп ґрунтовних змін спричинив певну дезорієнтацію в освітньому просторі, оскільки звичний алгоритм досягнення результату (очний урок, лекція, семінар тощо) має значні ризики для здоров'я як учнів так і вчителів. В цьому процесі в новому світлі постала проблема само організованості учнів, їх зацікавленості в освітньому процесі, оскільки більшою мірою за ці аспекти піклувався вчитель. Наукова освіта має в своєму арсеналі ряд рішень для цих питань, зокрема, дослідження не базується на сліпому запам'ятовуванні, а навпаки учень є активним учасником формування нових знань. Взаємозв'язок тем за напрямками досліджень, дозволяє поглиблювати знання з різних дисциплін одночасно, але гуртуючись на темі, що цікава для учня.

Виходячи з вище наведеної логіки розуміння концепції наукової освіти і її ролі у для освітньої сфери в цілому, ми визначаємо такі *організаційно-*

педагогічні умови впровадження авторської моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ: створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій як інструменту дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження.

Простір з позиції форми існування матерії визначає спосіб співіснування об'єктів їх структурність та взаємо розташування, у Філософському енциклопедичному словнику [241, с.529] зазначено, що простір передає «спосіб співіснування розмаїтих матеріальних утворень». Для ефективного функціонування дослідницького простору окрім набору певних об'єктів (матеріальне середовище) також необхідно забезпечити власне процес дослідження (зміст, форми, методи) та взаємодію між його учасниками (суб'єктами освітнього процесу), що розширює тлумачення терміну «простір». Під «створенням міждисциплінарного дослідницького простору» ми розуміємо створення оптимального освітнього середовища, де учень зможе реалізувати свою допитливість через активне залучення до процесу дослідження. Головними складовими, що визначають ефективність діяльності такого простору є: міжособистісна взаємодія, партнерство, дидактико-методичний блок та матеріально-технічне забезпечення.

Під міжособистісною взаємодією, ми в основному визначаємо два типи зв'язків: «вчитель – учень» та «учень – учень». Перший тип, характеризується взаємодією вчителя як наставника й куратора та учня як дослідника, їх активність поєднана спільною метою – сформувати в учня науковий тип мислення. Взаємодія «учень – учень» характеризується одночасною залученістю в процес дослідження групи вихованців, що виконують розвідку спільної теми зі спільною метою. Кількість учнів, які об'єднані в групи може варіюватися в залежності від теми, її комплексності та освітніх цілей. Якщо дослідження чи частина теми дослідження відбувається одним учнем, тоді можемо розглядати тип взаємодії «вчитель – учень». Взаємодія рівня

«вчитель-учень» має бути побудована на засадах партнерства, детальніше у п. 1.3.

Дидактико-методичний блок складається із варіативного складу змісту, форм та методів дослідження, що об'єднанні спільними освітніми принципами. Зміст навчання ґрунтується на вузлових темах, що є опорними для формування наукової картини світу, форми та методи обираються наставником в залежності від теми, наукових й освітніх цілей та особистих потреб учня.

Матеріально-технічне забезпечення освітнього процесу, зокрема, навчальне приміщення, технічні засоби (персональні комп'ютери, програмне забезпечення, прилади та засоби тощо), моделі для досліджень тощо.

Під умовою «залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження» ми розуміємо підбір таких форм методів та засобів освіти, коли учень виступає активним учасником пізнання невідомого через процес дослідження. Зокрема необхідними умовами такого залучення є: зацікавленість учнем темою розвідки, організація та проходження етапів дослідження, верифікація висновків, представлення результатів дослідження, самоаналіз та рефлексія, може такж бути участь у груповому дослідженні, аналіз та узагальнення результатів досліджень від учасників групи, узагальнення висновків тощо.

Застосування ІТ як інструменту дослідження дозволяє аналізувати великі масиви даних без (відносно) значної затрати часу, та отримати інформацію з нижчою вірогідністю похибок через людський фактор. До таких інструментів у циклі наук про Землю ми відносимо, зокрема, ГІС та ДЗЗ, які дозволяють аналізувати геодані в тому числі із супутникових знімків.

Тематика вузлових міждисциплінарних тем може базуватися на дослідженні екологічної ситуації місцевості тієї громади, де проживають учні, на рівні населеного пункту, регіону, держави тощо. Екологічна спрямованість з одної сторони допомагає мотивувати учнів займатися вивченням тем дослідження більш усвідомлено, оскільки це стосується якості

їх особистого життя, їхньої сім'ї, етнічної спільноти тощо, та з іншої сторони активізує відповідальність щодо свого внеску в стабілізацію та покращення стану навколишнього середовища, оскільки дає масив фактичної інформації про поточний стан, тенденції та перспективу екологічної ситуації.

Принципи організації освітнього процесу

Принципи освіти – це базові, фундаментальні засади та цінності, на яких ґрунтується освітній процес. Вони визначають, які механізми та засоби необхідні для їх досягнення мети, а також які підходи та методи навчання є найефективнішими. Принципи освіти в нашій країні перш за все визначаються чинним законом «Про освіту» № 2145-VIII (редакція від 01.01.2023), де зазначено 36 засад державної політики у сфері освіти та принципів освітньої діяльності, зокрема деякі з них Про освіту [123]: «людиноцентризм; верховенство права; забезпечення якості освіти та якості освітньої діяльності; науковий характер освіти; різноманітність освіти; цілісність і наступність системи освіти; інтеграція з ринком праці; свобода у виборі видів, форм і темпу здобуття освіти, освітньої програми, закладу освіти, інших суб'єктів освітньої діяльності; академічна доброчесність; академічна свобода; інтеграція у міжнародний освітній та науковий простір; нетерпимість до проявів корупції та хабарництва; доступність для кожного громадянина всіх форм і типів освітніх послуг, що надаються державою...» [123]. Окремо державотворець визначає принцип рівних можливостей освіти для всіх.

Концепція Нової української школи побудована на засадах «педагогіки партнерства» між учнем, вчителем і батьками. Ця концепція включає в себе такі принципи [139]: повага до особистості; доброзичливість і позитивне ставлення; довіра у відносинах; діалог – взаємодія – взаємоповага; розподілене лідерство (проактивність, право вибору та відповідальність за нього, горизонтальність зв'язків); принципи соціального партнерства

(рівність сторін, добровільність прийняття зобов'язань, обов'язковість виконання домовленостей).

Загалом в українських та закордонних педагогічних працях визначено та описано багато принципів освіти, тому ми проаналізували деякі з них та згрупували їх у блоки за головною ознакою, яка лежить у їх основі:

- Гуманізація освіти - відображає ідею, що освіта повинна бути людиноцентричною, орієнтованою на потреби людини, розвивати особистість (Василь Сухомлинський, Василь Кремінь, Віктор Огнев'юк, Герліна Тіка, Каміджан Каміджан і Ховін Фітра Рахарджа, Унтарі Лілік, Фойгелерс Віл Муалі Чуснул, Джон Перріш, Віл Войгелерс та інші).
- Науковості освіти - передбачає забезпечення фундаментальних знань та наукових підходів до навчання (Вільям МакКомас, Майкл Клаф, Хія Алмазроа, Джек Холбрук Джон Дьюї, Аллан Коллінз, Олена Трифонова, Олена Балалаєва та інші).
- Диференціації освіти - передбачає врахування індивідуальних особливостей учнів та різноманітності їхніх потреб (Олександра Савченко, Михайло Войцехівський, Поліна Замаскіна, Лариса Березівська, Алла Загородня та інші Річард Хетчер , Сюеллен Шей , Луїза Велозо, Сержіо Естевінья о, Ширінбой Олімов та інші).
- Практико-орієнтованості освіти - орієнтований на формування в учнів практичних навичок та умінь, необхідних для розвитку людини (Валентина Радкевич, Ганна Романова, Олександра Бородієнко, Алла Веліховська, Олександр Хижняк, Альфред Вайтхед, Джон Дьюї, Лоуренс Колберг, Рошель Майєр Патрік Лінч, В. Л. Ндьетабура та інші).
- Неперервності освіти - вказує на те, що освіта повинна бути доступна та забезпечуватися на різних етапах життя людини (Світлана Сисоєва Sysoieva, Олена Проценко, Іван Зязюн, Валентина Шарко, Лариса Лук'янова Пітер Верт, Девід Аспін, Джудіт Чепмен, Герхард Фішер, Кеннет Вейн, Артур Кроплі та інші).

Безмовно, таких ознак класифікації принципів освіти і робіт, де вони описуються є дуже багато і їх кількість постійно збільшується, проте у нашій праці ми маємо на меті визначити ті на яких має будуватися освітній процес з використанням технологій ГІС та ДЗЗ, зокрема, під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ.

На нашу думку такий освітній процес із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі має будуватися на усіх принципах, що перелічені в законі про Освіту та Концепції Нової української школи, але перш за все враховувати принципи: науковості, доступності, системності, самостійності, зв'язку навчання з життям, наочності, індивідуального підходу до учня. Концепція сучасної освіти має будуватися на засадах «педагогіки розвитку критичного мислення учня». Серед найбільш відомих авторів ідеї Педагогіки критичного мислення є: Джон Дьюї (John Dewey), Річарда Пола (Richard Paul), Лінду Елдер (Linda Elder), Стівена Брукфілда (Stephen Brookfield), Роберта Енніса (Robert Ennis), Джоан Курфіс (Joanne Kurfiss), Томас Попкевіц (Thomas Popkewitz), Лінн Фендлер (Lynn Fendler) та інших. У своїх працях вони розвивали ідеї цінності та можливостей впливу на формування в учнів критичного мислення. Саме формування критичного мислення ми визначаємо однією з найважливіших засад освітнього процесу із застосуванням технологій ГІС та ДЗЗ. Оскільки вважаємо, що саме критичність мислення виступатиме однією з важливих рис людини яка живе в час Індустрії 4.0. Технології ГІС та ДЗЗ підвищують ефективність нашої праці, зберігають, шукають, систематизують, візуалізують та аналізують дані, проте саме критична їх оцінка при прийнятті рішень (враховуючи історичний, етичний, емоційний контекст) – справа людини, яка наділена досвідом і свідомістю (що поки не притаманно машинам).

Освітній процес із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі, як було вказано вище, має базуватися на принципі науковості, що зокрема, зумовлено необхідністю застосування наукових методів при роботі з геоданими (пошук, систематизація, моделювання, прогнозування,

узагальнення, синтез, аналіз тощо). Дані, які при цьому мають використовуватися – супутникові знімки є першоджерелом інформації, що сприяє тому, щоб отримати більш об'єктивні та точні висновки під час досліджень. В нашій країні дані супутникового моніторингу Землі мають ще й важливе значення у боротьбі з маніпуляціями і пропагандою, які є в українському інфопросторі. Принцип системності передбачає що освітній процес і його складові елементи, такі як суб'єкти: учні, вчителі, та об'єкти: зміст навчання, технології, методи та форми тощо, взаємопов'язані і взаємозалежні. Використання даних супутникового моніторингу Землі може допомогти учням у розумінні природних та географічних явищ та процесів, виявленні зв'язків та закономірностей між ними, що сприяє формуванню цілісного уявлення про природу та екосистему Землі. При цьому важливо забезпечити інтегрованість даних та міждисциплінарні зв'язки між географією, геологією, екологією, історією метеорологією тощо. Принцип доступності передбачає два аспекти: доступність навчального матеріалу (врахування вікових та індивідуальних особливостей учнів) та доступність даних супутникового моніторингу Землі. Принцип самостійності обумовлений свободою в обранні тем, форм, методів та ресурсів дослідження, але необхідно враховувати, що свобода вибору несе за собою відповідальність за ефективність процесу та результативність дослідження. Цей дуальний процес свободи і відповідальності поєднуються у самостійність, цей принцип важливо розвивати у громадян демократичного суспільства, оскільки ці елементи є в ньому засадничими. Принцип наочності відображається у можливості фактично бачити процеси та явища, які відбувалися чи відбуваються на земній поверхні, штучні супутники Землі моніторять їх постійно. Окрім того супутникові знімки надають можливість моніторити ті процес і явища, які людське око бачити не може (температуру води в океанах, складники атмосферного повітря тощо). Принцип зв'язку навчання з життям полягає тому, що ті компетентності, які учень отримає під час освітнього процесу будуть йому необхідні у повсякденному житті, для

вирішення питань, які стосуються його безпосередньо, його сім'ї, громади, країни, тощо. З іншого боку освітній процес має бути побудований так, аби учні знайомилися з можливостями ІТ на прикладі з реального життя і бажано вивчаючи ті території, процеси чи явища, які мають безпосередній зв'язок з громадою де проживає учень. Принцип індивідуального підходу до учня ґрунтується на врахуванні індивідуальних запитів, інтересів та здібностей учня. Взагалі індивідуальний або персоналізований підхід до освітнього процесу вважаємо одним з вагомих принципів освіти зараз і в майбутньому, тому його варто не лише враховувати, але й розвивати, оскільки такий підхід дозволяє максимально ефективно розвивати особистість. Через те, що освітній процес має бути спрямований на індивідуальні потреби та можливості кожного учня, з урахуванням його інтересів, темпу навчання та особливостей сприйняття інформації. Для досягнення цієї мети вчителю потрібно мати попередні знання про кожного учня (темперамент, вподобання, схильності та здібності), зокрема про його стиль навчання (швидко чи повільно сприймає нову інформацію, які шляхи сприйняття інформації є найбільш ефективними тощо).

Отже, освітній процес із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі та ГІС можна має врахувати, що супутникові знімки – джерело первинної інформації, яка є загальнодоступною, глобальною (на усю поверхню Земної кулі) і дозволяє моторити ті процеси і явища, які приховані від людського ока.

Критерії, показники впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України

В Академічному тлумачному словнику української мови, критерії визначаються як підстава для оцінки, визначення або класифікації чогось, мірило [59, с. 588]. Термін етимологічно та понятійно пов'язаний із поняттям «критика» [133, с. 532], тобто визначення характеристик, ознак та показників якоїсь дії чи події з метою надати їй оцінку і знайти її положення та роль

формуванні картини світу. Беручи до уваги цю логіку, у нашому дослідженні ми розглядатимемо критерій як сукупність ознак для оцінювання ефективності впровадження ІОС з основ ДЗЗ для визначення динаміки формування дослідницької компетентності учнів секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, динаміки професійного зростання педагогів, які брали участь у спецкурсах лабораторії «ГІС та ДЗЗ» та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ». Критерії складаються із показників, які дозволяють якісно та кількісно виразити події чи явище та дають можливість оцінити критерій за рівнями. Ми визначаємо показники ефективності впровадження ІОС з основ ДЗЗ як прояви ознак результативності (кількісні, якісні) у досягненні певної мети, рівня та готовності суб'єктів освітнього процесу.

Концептуальні підходи, які визначають ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, можна згрупувати у два блоки: теоретичний і практичний.

До теоретичного ми відносимо розробку дидактико-методичного блоку, власне, розробка методичного та вибір й удосконалення дидактичного забезпечення освітнього процесу. До практичного ми відносимо результативність етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, яке виражається через формування дослідницької компетентності учнів секцій «ГІС та ДЗЗ», динаміку професійного зростання педагогів, які брали участь у спецкурсі лабораторії «ГІС та ДЗЗ» та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ».

Дидактико-методичний блок включає такі показники: доступність, відкритість, різноманітність та міжпредметні зв'язки. Зокрема, під доступністю ми маємо на увазі зрозумілість освітнього матеріалу, який представлено у посібниках, робочих зошитах, відео-курсах та навчальних програмах. Ця зрозумілість виражається через опанування знань з фізичних основ ДЗЗ та ГІС, в яких темах і як можна використовувати супутникові знімки як джерело інформації, характеристики і обмеження, які мають

супутникові знімки. Під відкритістю ми розуміємо вільний доступ до методичних матеріалів, використання ресурсів, програмних продуктів та веб-платформ з «відкритим кодом», а також використання даних супутникового знімання, які можна вільно завантажувати та обробляти, тобто, які в мережі Інтернет знаходяться у відкритому доступі. Під різноманітністю ми розуміємо використання різних ресурсів, веб-платформ і програмних продуктів сфери ГІС та ДЗЗ від провідних компаній світу, а також використання даних з різних сімей супутників, та супутникових знімків різної просторової розрізненості. Під міжпредметними зв'язками ми розуміємо формування уявлень та практичних навичок використання інструментів ГІС та ДЗЗ для досліджень у різних галузях науки людини та дисциплінах та дослідження однієї теми використовуючи дані з різнотематичних супутників.

Практичний блок визначається результативністю етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Показниками цього блоку є динаміка дослідницької компетентності учнів, професійне зростання педагогічних працівників та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ». Професійне зростання педагогічних працівників ми досліджуємо через їх участь у Всеукраїнських курсах для освітян за програмою: «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування». Також долатково описуємо (поза педагогічним експериментом) результативність і динаміку професійного зростання освітян через участь у курсах за темами: «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах» та «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine», апробаційних курсів, а також Міжнародних курсів для освітян. Динаміка дослідницької компетентності учнів ми досліджуємо за результатами участі учнів у Всеукраїнській літньої школі з основ ДЗЗ, також поза педагогічним експериментом ми аналізуємо результати анкетувань учасників Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів – «Екопогляд», Всеукраїнського конкурсу «Save Спадок», та Міжнародної літньої школи з

основ ДЗЗ та відкриті дані, щодо результатів III етапу захисту науково-дослідницьких робіт МАНУ в секції «ГІС та ДЗЗ».

Динаміку дослідницької компетентності учнів ми досліджуємо через ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний компоненти. Ціннісно-мотиваційний компонент складається з показників: дослідження зацікавленості у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ для саморозвитку. Когнітивно-дослідницький компонент складається з таких показників: дослідження базових знань з основ ДЗЗ та ГІС; проведення досліджень з використанням даних супутникового моніторингу Землі; використання можливостей ГІС середовищ для обробки, аналізу та візуального представлення результатів дослідження. Процесуально-рефлексивний компонент складається з таких показників: оприлюднення результатів своїх досліджень, власне захисту результатів дослідження участь у конкурсах, заходах, проєктах та конференціях, рефлексія та самоаналіз результатів. Ми віділяємо такі рівні формування дослідницької компетентності в учнів секцій «ГІС та ДЗЗ»: низький (репродуктивний), середній (продуктивний), високий (творчий) у відповідності до кожного з критеріїв дослідницької компетентності (див. табл. 2).

*Рівні та показники сформованості дослідницької компетентності в
учнів секцій «ГІС та ДЗЗ»*

Рівні	Критерії		
	Ціннісно-мотиваційний	Когнітивно-дослідницький	Процесуально-рефлексивний
Високий (творчий)	<ul style="list-style-type: none"> - Сформованість стійких інтересів до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності. - Зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні. - Прагнення до самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Глибокі та стійкі знання з основ ДЗЗ та ГІС. - Системне та самостійне проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на різних територіях інтересу. - Дослідження нового функціоналу та використання нових ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації результатів дослідження. 	<ul style="list-style-type: none"> - Широке оприлюднення результатів своїх досліджень та успішне представлення результатів свого дослідження в освітніх заходах, літніх школах, конференціях тощо. - Успішний захист (призове місце) результатів свого дослідження на конкурсах. - Високий рівень рефлексії та самоаналізу результатів.
Середній (продуктивний)	<ul style="list-style-type: none"> - Нестійкий інтерес до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності. - Часткова зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні. - Суперечливе прагнення до самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ 	<ul style="list-style-type: none"> - Посереднє розуміння основ ДЗЗ та ГІС. - Ситуативне, з консультацією педагога, проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на визначених територіях інтересу. - Використання визначеного функціоналу та ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації даних ДЗЗ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Оприлюднення результатів своїх досліджень у закладі освіти де навчається учень - Представлення результатів свого дослідження в освітніх заходах, літніх школах, конференціях тощо. - Захист результатів свого дослідження на конкурсах (вихід у фінал) - Посередній рівень рефлексії та самоаналізу результатів
Низький (репродуктивний)	<ul style="list-style-type: none"> - Негативне ставлення до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності. - Низька зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні. - Пасивне прагнення до самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ 	<ul style="list-style-type: none"> - Поверхневе розуміння основ ДЗЗ та ГІС. - Під чітким контролем педагога проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на визначених територіях; - Репродуктивне (за описаним алгоритмом) використання ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації даних ДЗЗ. 	<ul style="list-style-type: none"> - Не оприлюднення результатів своїх досліджень. - Представлення результатів свого дослідження на конкурсах (участь у конкурсах). - Пасивність, низький рівень рефлексії та самоаналізу результатів.

Професійне зростання педагогічних працівників ми досліджуємо через їх суб'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ; об'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ та суб'єктивну оцінку можливостей впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес закладу, де працює освітянин (див. табл. 3).

Таблиця 3

Рівні та показники професійного зростання педагогічних працівників, які брали участь у спецкурсі лабораторії «ГІС та ДЗЗ»

Рівні	Критерії		
	Суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ	Об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ	Суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі
Високий (творчий)	<ul style="list-style-type: none"> - Висока самооцінка власних знань у сфері ГІС та ДЗЗ. - Висока самооцінка власних навичок використання технологій ГІС та ДЗЗ у дослідженнях. - Високий рівень можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в організації та керівництва дослідницької діяльності учнів 	<ul style="list-style-type: none"> - Розуміння суті та правильне використання професійного термінологічного апарату сфери ГІС та ДЗЗ. - Глибинне розуміння фізичних основ ДЗЗ та алгоритмів аналізу даних в ГІС. - Диверсифікація та використання нових сервісів, програм та алгоритмів обробки даних ДЗЗ в ГІС. 	<ul style="list-style-type: none"> - Висока оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі в цілому. - Висока оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі в закладі де навчає учасник курсів. - Висока оцінка готовності учнів використовувати технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі
Середній (репродуктивний)	<ul style="list-style-type: none"> - Посередня самооцінка власних знань у сфері ГІС та ДЗЗ. - Посередня самооцінка власних навичок використання технологій ГІС та ДЗЗ у дослідженнях. - Можливість використання технологій ГІС та ДЗЗ в організації та керівництві дослідницької діяльності учнів 	<ul style="list-style-type: none"> - Сформоване уявлення про смислове поле та ситуативне використання професійного термінологічного апарату сфери ГІС та ДЗЗ. - базове розуміння фізичних основ ДЗЗ та алгоритмів аналізу даних в ГІС. - Використання типових сервісів, програм та алгоритмів (тих, які описані у програмі курсу) обробки даних ДЗЗ в ГІС. 	<ul style="list-style-type: none"> - Сумнівна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі в цілому. - Не висока можливість використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі в закладі де навчає учасник курсів. - Потенційна готовність учнів використовувати технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі
Низький (рецептивний)	<ul style="list-style-type: none"> - Низька самооцінка власних знань у сфері ГІС та ДЗЗ. - Не сформовані навички використання технологій ГІС та ДЗЗ у власних дослідженнях. - Невміння використовувати технології ГІС та ДЗЗ в організації та керівництві дослідницької діяльності учнів 	<ul style="list-style-type: none"> - Слабко сформоване уявлення про смислове поле професійного термінологічного апарату сфери ГІС та ДЗЗ. - поверхневе розуміння фізичних основ ДЗЗ та алгоритмів аналізу даних в ГІС. - Використання двох типових сервісів, програм та алгоритмів (тих, які описані у програмі курсу) обробки даних ДЗЗ в ГІС. 	<ul style="list-style-type: none"> - Неможливість використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі в цілому. - Відсутня можливість використання технологій ГІС та ДЗЗ в закладі де навчає учасник курсів. - Неготовність учнів використовувати технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі

Дослідження ефективності впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ за блоками критеріїв та показниками ми проводили через анкетування, інтерв'ювання та результативність участі учнів у конкурсах.

Показники критеріїв дослідницької діяльності оцінювалися за трирівневою шкалою (кожен показник оцінювався від 0 до 4 балів – низький рівень сформованості показника, від 5 до 9 балів – середній рівень, від 10 до 14 – високий рівень). За кожним критерієм передбачається три показники, які представлені у вигляді низького, середнього і високого рівнів за такими сумами балів (відносно одного критерію): від 0 до 12 балів – низький рівень; від 13 до 27 балів – середній рівень, від 28 до 42 балів – високий рівень. Опитувальники і шкала оцінювання питань щодо показників представлені в Додатку Р, С, Т. Показники критеріїв професіного зростання також оцінювалися за трирівневою шкалою (низький, середній та високий). Опитувальник і шкала оцінювання питань щодо показників представлені в Додатку Ф, Х.

В дослідженні взяли участь 248 освітян та 286 учнів. Специфіка цього дослідження полягає в тому, що впровадження інновації проводилася в секціях «ГІС та ДЗЗ» МАНУ, які були створені в процесі та результаті цього дослідження, зокрема у: комунальному позашкільному навчальному закладі «Київська Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 6 лютого 2024 року № 58), Комунальному закладі позашкільної освіти «Обласний центр дитячої та юнацької творчості» Житомирської обласної ради (довідка від 14 лютого 2024 року № 1-96), Комунальній установі «Волинська обласна Мала академія наук України» (довідка від 7 лютого 2024 року № 25/16/2-24), Комунальному закладі Львівської обласної ради «Львівська обласна Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 13 лютого 2024 року № 23), комунальному обласному позашкільному навчальному закладі «Буковинська Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 8 лютого 2024 року № 23), Комунальний заклад Київської обласної ради «Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 10 січня 2023 року № 58), Комунальний заклад Сумської обласної ради – обласний центр позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю (довідка від 14 лютого 2024 року № 77), Комунальний заклад «Харківська обласна Мала академія наук Харківської

обласної ради», комунальний заклад Полтавської обласної ради «Полтавська обласна Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 09 лютого 2024 року № 01-14/66), Комунальний позашкільний навчальний заклад «Мала академія наук учнівської молоді» Дніпропетровської обласної ради» (довідка від 08 лютого 2024 року № 10), Кіровоградській Малій академії наук учнівської молоді (довідка від 13 лютого 2024 року № 08-м), Хмельницькому обласному центрі науково-технічної творчості учнівської молоді (довідка від 12 лютого 2024 року № 48), обласному комунальному позашкільному навчальному закладі «Рівненська Мала академія наук учнівської молоді» (довідка від 7 лютого 2024 року № 26-1/01-10), Закарпатському обласному центрі науково-технічної творчості учнівської молоді (довідка від 14 лютого 2024 року № 02-07/48).

Отже, ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, ми згрупували у два блоки в теоретичний: розробку дидактико-методичного блоку і практичний: динаміка дослідницької компетентності учнів та професійне зростання педагогічних працівників, кожне з яких оцінювали за трьома критеріями і по три показника до кожного. Окремо ми оцініємо факт розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» як результат впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ.

4.3. Напрями реалізації моделі інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі.

Реалізація моделі ІОС з основ ДЗЗ включає різноманітні напрями, зокрема їх можна згрупувати за такими блоками:

- Організаційні (система МАНУ, заклади позашкільної освіти, заклади загальної середньої освіти, заклади вищої освіти тощо);
- Методичні (розробка посібників, робочих зошитів, методичних рекомендацій, навчальних програм, відео курсів, дистанційних курсів, освітніх ігор для учнів початкових класів тощо);

- Підвищення кваліфікації освітян (дистанційні курси для самоосвіти, індивідуальні консультації освітянам, які беруть участь у курсах, науковий супровід діяльності мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» тощо);
- Заходи для учнів (навчання в секціях і гуртках, освітні курси, літні школи, конкурси, конференції, практикуми тощо);
- Співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями (заклади вищої освіти, які готують вчителів з природничих дисциплін, співпраця з профільними інститутами НАНУ, комерційними організаціями, які використовують дані супутникового моніторингу Землі в своїй професійній діяльності).

Реалізація моделі ІОС з основ ДЗЗ в системі МАНУ передбачає розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ», створення лабораторій, організацію регіональних проєктів, зокрема літніх шкіл, конкурсів, конференцій тощо, а також розробку навчальних матеріалів з врахуванням краєзнавчого принципу навчання.

У закладах позашкільної освіти потенційний напрям – створення гуртків та секцій з вивчення технологій ГІС та ДЗЗ, організація конкурсів, конференцій тощо. У закладах загальної середньої освіти елементи моделі можуть бути використані під час вивчення таких тем як: «Картографія» з розділу «Географічний простір Землі» для 11 класу (навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Рівень стандарту) чи тем розділу «Топографія з основами геодезії та картографія. Географічні інформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі (ДЗЗ)» для 11 класу (навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Профільний рівень) тощо. Для закладів загальної середньої освіти ми розглядаємо технології ГІС та ДЗЗ не як додатковий компонент змісту навчальної програми, а як можливість доповнення класичних методичних та дидактичних матеріалів цифровими технологіями.

У закладах вищої освіти елементи моделі ІОС з основ ДЗЗ можуть бути використані для розробки вибіркового курсу для студентів природничих

дисциплін, наприклад в УДУ імені Михайла Драгоманова на кафедрі ЮНЕСКО з наукової освіти магістранти мають можливість навчатися за програмою «Технології ГІС та ДЗЗ у науковій освіті». Проте ці технології також є корисними для спеціальностей: екологія, землекористування, сільське господарство, управління територіями, історії, географія, науки про Землю тощо. Особливо гостро питання, щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ звучить у закладах вищої освіти, які готують педагогів, оскільки, як зазначалося вище, теми пов'язані з технологіями ГІС та ДЗЗ уже є у навчальних програмах закладів загальної середньої освіти. Проте не передбачається, що учні можуть отримати практичні навички роботи з програмними продуктами чи хмарними сервісами, а від-так вчителю важко сформувати в учня уявлення та навички, щодо можливостей використання даних супутникового моніторингу Землі не лише в освітньому процесі, але й у дослідницькій діяльності. Це зумовлено рядом об'єктивних причин, першими серед яких є недостатність навчально-методичної літератури з цього питання, яка би враховувала вікові особливості учнів закладів загальної середньої освіти, а також відсутністю в хмарних сервісах української мови, що унеможлиблює розуміння учнем функціоналу та можливостей, які пропонують розробники користувачам. У нашому дослідженні ми намагалися знайти рішення цим проблемним питанням вітчизняної освіти.

Реалізація моделі ІОС з основ ДЗЗ в напрямку розроблення методичних матеріалів передбачає розробку, адаптацію, переклад, та укладання посібників, робочих зошитів, методичних рекомендацій, а також розробку навчальних програм для учнів різної вікової категорії, дистанційних курсів присвячених використанню даних супутникового моніторингу Землі для різних наукових галузей. Сюди ж відносимо вибір та розробку відповідної методичної підтримки (практичних робіт, відео-курсів, методичних рекомендацій тощо) щодо хмарних сервісів, програмних продуктів, які дають можливість аналізувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі на рівні шкільної освіти. Цей напрям важливий з огляду на

необхідність надати вчителю готові рішення, щодо можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності, які він зможе використовувати повністю, або частково в залежності від цілей заняття.

Реалізація моделі ІОС з основ ДЗЗ в напрямку підвищення кваліфікації освітян передбачає укладання тривірневої програми курсів для освітян, компонентами якої є відео, текстова та оцінювальна складові (у вигляді тестів для перевірки знань), потенційну співпрацю з Інститутами підвищення кваліфікації для масштабування моделі серед широкої аудиторії освітян закладів загальної середньої освіти, з досвіду організації курсів для освітян, одним із важливих компонентів методичної підтримки діяльності секцій «ГІС та ДЗЗ» є організація індивідуальних консультацій освітянам, особливо на початкових етапах використання ними технологій ГІС та ДЗЗ. Також наукова підтримка діяльності мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» необхідна для того, аби керівники секцій мали можливість отримати індивідуальну консультацію щодо методичної чи організаційної підтримки їх діяльності. Важливо, що 13 з 14 керівників секції «ГІС та ДЗЗ» були учасниками курсів для освітян, які ми організували в рамках дисертаційного дослідження. Ця методична і дидактична підтримка, яку педагоги отримали під час участі у курсах, дала можливість, ефективно організувати освітній процес секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальному відділенні МАНУ.

Реалізація моделі ІОС з основ ДЗЗ в напрямку співпраці з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями передбачає співпрацю з закладами вищої освіти, які готують вчителів з природничих дисциплін. У розробці методичних матеріалів брали участь фахівці інститутів Національної академії наук України та Національної академії аграрних наук України. Співпраця з комерційними організаціями, які використовують дані супутникового моніторингу Землі в своїй професійній діяльності має наметі ознайомити учнів з можливістю комерційної підтримки їх досліджень, розумінні механізмів придбання та роботи з комерційними супутниковими знімками та отримання практичних навичок роботи через стажування. Також

в рамках нашого дослідження учні мали змогу за підтримки комерційної компанії Sinergise (Словенія) працювати із комерційними супутниковими знімками надвисокої роздільної здатності (50 см на піксель), від компанії Pléiades від Національного центру космічних досліджень Франції. Комерційні супутникові знімки дають можливість більш детально дослідити територію інтересу, дешифрувати стан об'єктів та процесів, які неможливо ідентифікувати за супутниковими знімками, які знаходяться у відкритому доступі. Також компанія Planet Labs (США) надала можливість студентам кафедри ЮНЕСКО УДУ імені Михайла Драгоманова працювати із комерційними супутниковими знімками просторовою розрізненістю у 50 см на піксель. Ця грантова заявка до компанії також була сформована в рамках дисертаційного дослідження, щодо можливостей використання над детальних супутникових знімків в освітньому процесі.

Отже ми розглянули такі блоки напрямів реалізації моделі ІОС з основ ДЗЗ, як організаційні, методичні, підвищення кваліфікації освітян, співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями.

4.4. Технологічне забезпечення процесу впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в структурі Малої академії наук України.

Форми організації освітнього процесу

Форму організації освітнього процесу ми розглядаємо як спосіб взаємодії суб'єктів навчання, який вчитель обирає з метою досягнення поставленої освітньої мети, враховуючи об'єктивні обставини, запити учнів та технічні можливості організації освітнього середовища. Обрання форм передбачає врахування технічних можливостей закладу освіти та запитів учнівської спільноти.

Під технічними можливостями, на прикладі організації освітнього процесу із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі, ми розуміємо, що учні частину занять навчаються за персональним комп'ютером який має доступ до мережі Інтернет (оскільки використовуються специфічні веб-ресурси, хмарні технології, програмне забезпечення тощо).

Під врахуванням запитів учнівської спільноти ми розуміємо, деяку адаптацію форм освітнього процесу під освітні прагнення та ініціативи учнів. Це сприяє включеності учнів до процесу прийняття рішень, а отже вмикає механізм співвідповідальності за результат. Цей підхід вважаємо важливим для формування усвідомлень учнем засад самостійності, свободи і демократії. Для прикладу, обираючи форми організації роботи над дослідницьким проєктом, деякі учні ефективніше працюють в групах, а деякі можуть обрати самостійне виконання.

Об'єктивні обставини, що впливають на обрання форм організації освітнього процесу це причини, які не залежать від суб'єктів освітнього процесу, але їх врахування є обов'язковим, оскільки забезпечує збереження життя та здоров'я людей. У 2019 році такою причиною стала пандемія COVID-19, тому дистанційна освіта стала вимушеним кроком, до якого мала швидко, без попередньої підготовки і головне ефективно адаптуватися освітня діяльність. З 2022 року – повномасштабна фаза російсько-української війни, створила безліч ризиків для життя та здоров'я суб'єктів освітнього процесу. Окрім того асинхронні стабілізаційні графіки відключень електроживлення в різних частинах населених пунктів спонукала освітян використовувати змішані форми організації освітнього процесу.

Форми організації освітнього процесу із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі можна класифікувати:

- за формою взаємодії суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна;
- за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота;

— За інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо).

Очна форма організації освітнього процесу із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі передбачає, що учні та вчитель фізично перебувають в одному приміщенні. Такий формат взаємодії передбачає, що вчитель та учні працюють в комп'ютерному класі, і вчитель має змогу проєктувати ілюстративний чи демонстраційний матеріал на мультимедійну дошку, або ж безпосередньо на персональні комп'ютери учнів. Лекційна частина занять може бути організована за допомогою лише вчительського персонального комп'ютера та проєкційних технологій (проєктора, мультимедійної дошки, широкоформатного телевізора тощо).

Дистанційна форма організації освітнього процесу із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі передбачає, що вчитель та учні не перебувають в одному приміщенні, але комунікують завдяки інформаційно-комунікаційних технологіям (платформи Zoom, Google Meet, Skype тощо). Вчитель та учні мають можливість через відеозв'язок бачити один одного, незалежно від географічного місця перебування. Для ефективної організації освітнього процесу у дистанційному форматі необхідно мати технічно справне обладнання (персональний комп'ютер, відео-камеру, мікрофон, тощо) та доступ до швидкісного Інтернету (аби зображення на звук передавалися без перешкод). Проте при такій формі освітнього процесу необхідно враховувати деякі важливі фактори, зокрема: психо-фізіологічні (лімітований час перебування за монітором комп'ютера, чергування навчання з фізичними вправами, офлайнві зустрічі, аби уникнути відчуття ізоляції, складнощі в комунікації з викладачами та ровесниками тощо); етичні (дотримуватися розкладу початку та завершення занять, вмикання мікрофону лише у випадку комунікації, ввімкнення камери під час занять тощо).

Класифікація форм організації освітнього процесу із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі за кількістю залучених учнів

залежать від освітніх мети та методів. Зокрема, якщо мова йде про пояснення нового матеріалу, де метою є засвоєння нової інформації, та доповнення до уже створеної систематизації набутих знань – нових, то можна обрати колективну роботу (над одним завданням задіяні усі учні класу). Групова робота може передбачати наприклад, що учні спільно працюють над загальною метою, але кожна група виконує своє завдання для досягнення цієї мети. До прикладу можна розглянути ситуацію, коли вивчається тема про туристичний потенціал свого міста, тоді загальною метою – буде створення електронної туристичної карти міста, учнів можна поділити на групи, одна група створює шар карти з інформацією про релігійні об'єкти, інша – про історичні об'єкти, ще інша про об'єкти культурної сфери, ще інша – шар оглядових майданчиків, тощо. Тобто усі учні задіяні на досягнення спільної мети, і кожна група має свою зону відповідальності за успіх усієї команди. Іншим варіантом є той, коли усі учні не об'єднані спільною метою, а кожна група має свою мету, наприклад робота над груповими дослідницькими проєктами, де кожна група самостійно обирає тему для дослідження. Індивідуальна форма організації освітнього процесу передбачає, що учень самостійно здобуває нові знання, і/чи застосовує набуті компетентності для досягнення освітньої мети. З однієї сторони така форма роботи дозволяє забезпечити персоналізований підхід до учня (враховуючи його персональні зацікавлення, досвід, темп навчання тощо), проте ця форма має негативний вплив на формування навичок комунікації і співпраці.

Класифікація форм організації освітнього процесу, із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі, за інтерактивністю умовно поділяється на пасивні та активні типи, в залежності від того наскільки взаємодіють між собою вчитель та учні. Зокрема лекція є яскравим прикладом пасивної форми взаємодії між учнем та вчителем у процесі засвоєння нових знань. З однієї сторони лекція має ряд позитивних сторін, зокрема вчитель може подати новий навчальний матеріал у стислих часових рамках (що важче зробити при використанні в активних формах роботи) та

оперативно додавати/змінювати лекційний матеріал у відповідності до результатів нових наукових розвідок (що значно складніше при самостійній роботі учнів у здобуванні нових знань через роботу з підручниками, посібниками тощо). Проте лекційна форма роботи здебільшого передбачає, що учень пасивний акцептор нових знань і не бере активної участі в обговоренні чи дискусії, «лекція примушує того, хто навчається, залишатися на позиції об'єкта педагогічного процесу» [166, с. 9]. В освітньому процесі, із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі ми вбачаємо, що роль лекції є важливою, оскільки кількість нового матеріалу є досить великою. Проте має бути обов'язково враховано ряд правил, лекція має бути з візуальним супроводом (наприклад, презентація у форматі .ppt), лекційний час має займати не більше 50% заняття, учні після заняття мають мати доступ до візуального супроводу, аби у відновити у пам'яті лекційний матеріал, після заняття.

На формування компетентностей використання даних супутникового моніторингу Землі великою мірою впливають активні форми організації освітнього процесу, зокрема практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо. Тобто ті форми роботи де учень бере активну участь у здобутті нових знань і відточує навички роботи з просторовоприв'язаною інформацією через технології ГІС та ДЗЗ. Практична робота виконується учнем за підтримки, супроводу вчителя і має на меті сформувати навички і вміння практичного застосування теоретичного матеріалу, через виконання учнем наперед визначеного ряду завдань, при цьому вчитель наперед знає результати, які має отримати учень під час виконання цих завдань. Наприклад під час виконання практичної роботи із моніторингу вулканічної активності, вчитель вказує, територію дослідження, знімки яких штучних супутників Землі краще використовувати, за які дати обирати знімки, які діапазони електромагнітного спектру краще комбінувати, аби побачити лавові потоки тощо. Самостійне дослідження відрізняється від практичної роботи тим, що учень проходить сходинки дослідження

самостійно. Здебільшого самостійне дослідження варто організувати тоді, коли учень має достатній рівень компетентності у предметі (в тому числі через виконання практичних занять). Якщо тему обирає учень, то ні вчитель ні учень не знають точно результатів дослідження, проте їм відомі ресурси і шлях дослідження. Наприклад тема самостійного дослідження «Порівняльний аналіз стану забруднення атмосферного повітря викидами діоксиду вуглецю у місті Києві весною 2021 та 2023 років», природньо, що ні вчитель ні учень не знають точного показника вмісту цієї сполуки у атмосферному повітрі у вибраний період часу, проте відомо, які ШСЗ моніторять склад атмосферного повітря, на яких ресурсах можна ці дані завантажити і в яких ГІС і як їх проаналізувати.

Семінари дають можливість обговорити та критично осмислити теоретичний матеріал. Проблемні питання теми семінару, шляхи як їх досліджували та вирішували науковці, сприяє зародженню дискусії між вчителем на учнями, що підвищує залученість останніх до роздумів. Екскурсії націлені на підвищення інтересу учнів до предмету в цілому, або до окремої теми. Наприклад під час вивчення історії розвитку галузі ДЗЗ в Україні варто відвідати Національний центр аерокосмічної освіти молоді ім. О.М. Макарова, де є експонати, які відповідають цій тематиці. Дискусійні клуби дають можливість обговорювати питання становлення та перспектив розвитку галузей ГІС та ДЗЗ за межами освітньої програми. У відкритому та дружньому середовищі обговорювати ідеї, думки та погляди з різних позицій, вчитель з керівника освітнього процесу перетворюється на модератора дискусії. Дискусійні клуби можуть бути використані для розвитку навичок критичного мислення та аналізу, розширення знань про певні теми, а також для обміну думками та поглядами з іншими людьми. Такі клуби можуть бути корисні для розвитку навичок комунікації між людьми, ведення дискусії та аргументування своєї точки зору.

Обрання форм організації освітнього процесу, із застосуванням даних супутникового моніторингу Землі залежить від теми, рівня підготовки учнів

та готовності вчителя та учня, освітньої мети, об'єктивних обставин, запитів учня та технічних можливостей організації освітнього середовища.

Методи організації освітнього процесу

Термін «метод» має грецьке походження (від грецьк. μέθοδος - шлях дослідження, теорія, вчення або «систематичний підхід» [241, с.373]) це – «спосіб організації практичного і теоретичного освоєння дійсності, який обумовлено закономірностями відповідного об'єкта, сукупність правил, прийомів пізнання і перетворення дійсності» [238, с.23]. Використання терміну «метод» в освіті – означає систему способів та підходів до навчання та виховання, спрямованих на досягнення певної мети.

«Метод освіти» тісно пов'язані з поняттям «метод пізнання дійсності», оскільки обидва вони мають наметі здобути нові знання та пояснити причини, роль і наслідки певних процесів і явищ. Методи освіти з позиції учня є своєрідним процесом пізнання дійсності, але не є такими (в повній мірі) для вчителя, а є інструментом для формування в учнів певних компетентностей. Тому смислове поле поняття «метод освіти» варто почати розглядати з позиції історії становлення поняття «метод пізнання дійсності».

Погляди на метод пізнання дійсності протягом людського існування змінювалися в залежності від філософської школи до якої належали мислителі та розвитку наукового знання у певний історичний період в цілому. Загалом їх можна згрупувати в два умовні блоки – науковий (ті, що ґрунтуються на використанні наукових методів) і не наукові (ті, що ґрунтуються на релігійних концепціях, віруваннях, інтуїції тощо). Другу групу ми не будемо розглядати, оскільки вона немає наукового підґрунтя.

Зародки використання наукового методу пізнання дійсності сягають часу формування усвідомленості людини самої себе. Коли первісна людина спостерігала за природою: зміною сезонів, періодичністю зміни дня і ночі, зовнішнім виглядом тварин і їх міграцією, класифікацією рослин на їстівні і

не істивні тощо, вона намагалася зрозуміти логіку цих процесів, аби передбачити їх стан в майбутньому. Цей етап становлення наукового методу пізнання дійсності дуже слабо можна пов'язати із сучасним його розумінням, але саме цей багаторічний досвід спостереження за природою ліг в основу питань, на які почали шукати відповіді мислителі доскоратівського періоду. Зокрема філософи Мілетської школи зосередили увагу на питанні, що є першоосновою природи всього сущого, бо знаючи відповідь на це питання, відкривається розуміння до пояснення світоустрою і загалом походження світу, зокрема. Засновник цієї школи – Талес (Фалес) здійснив на той час революцію у розумінні світопорядку, оскільки відійшов від використання міфології і вірувань (які панували тисячоліттями), і визначив через логічні міркування, спостереження та аналіз, що першооснова усіх речей схожа на воду. Ці міркування згодом намагався аргументувати Арістотель, проте саме Талес Мілетський заклав основи пошуку першопричини існування світу, як філософської проблеми, і логічного міркування на основі спостереження – як шляху пошуку відповідей на питання. Його міркування вплинули на його учнів і подальший розвиток наукового методу пізнання.

Загалом спосіб пізнання дійсності більшою мірою залежав від методу, який лежав в основі цього пізнання. Важливим методом, який і зараз частково використовується в освіті – Сократівська «маєвтика», або мистецтво діалектичних дискусій, коли знання здобуваються в процесі бесіди і логічно підібраних питань. Його дотичність до сучасного наукового пізнання полягає у перевірці тлумачення якогось поняття, що попередньо вважається для усіх прийнятним. Шляхом постановки критичних питань це твердження, зводиться до абсурду, оскільки в співрозмовника немає усіх відповідей і переконливих аргументів, які базуються на фактах, які можна перевірити [422, с.3]. Також цей метод характеризується залученістю співрозмовника до пошуку відповідей, бо готової інформації, яку треба лише запам'ятати – немає, істинні знання здобуваються на шляху до пошуку відповідей.

Новий революційний етап становлення наукового методу пізнання дійсності відбувався завдяки основоположнику раціоналізму – Рене Декарту. Він вважав, що розум спроможний пізнати світ, але, потребує правильно підбраного методу [362, с.397]. Головна думка методу Декарта, який був описаний у праці "Descartes and Method" 1637 року [312], полягає в тому, що єдиним надійним джерелом пізнання істини є розум і дедукція. У цій праці Декарт закликає сумніватися у всьому, це дозволяє перевірити істинність знань. Він відкидає будь-які твердження, які не можуть бути доведені за допомогою розуму. Згодом Рене Декарт встановлює, що єдиним вірогідним знанням є те, що «Я мислю, отже існую» («Cogito, ergo sum»). З іншого боку сучасник Рене Декарта – Френсіс Бекон також працював над пошуком методу пізнання дійсності, лише з позиції емпіризму. У своїй праці «Новий органон» (1620 року) мислитель описує роль індуктивного методу пізнання дійсності. Індуктивний метод починається з чуттєвого досвіду, результати цього досвіду за певних умов можна вважати аксіомами, які формують уявлення про істинні процеси та явища у природі. На основі набору аксіом науковець може створювати гіпотези, які знову ж необхідно перевірити шляхом експериментів або додаткових спостережень. Об'єднує ці два підходи (дедукція, індукція) до пізнання істини, розуміння важливості роботи над методом пізнання, бо саме шлях визначає результат, і цей шлях має бути логічним і вивіреним. Загалом ці два підходи і досі, і тій чи іншій мірі, є визначальними, щодо розроблення наукового методу пізнання дійсності [349].

Методи освіти в історичному контексті також удосконалювалися та змінювалися відносно запиту соціуму, економічних умов та ціннісних орієнтирів суспільства. Для української освіти найбільш показовим є еволюція від переважання репродуктивних методів освіти, які були характерні до початку 21 століття, що обумовлено запитом економіки на виховання майбутніх працівників індустриальної сфери до пошукових, дослідних і дослідницьких, що обумовлено зростанням сфери послуг у період

інформаційної та пост інформаційної епох. Запам'ятовування готової інформації, не є пріоритетом освіти, оскільки учні як і вчителі мають вільний доступ до даних та результатів сучасних розвідок. Зараз, навпаки, проблемою є перенасиченість інформацією, визначення, що можна вважати правдою, а що маніпуляцією, чи відвертою нісенітницею. І ця кількість інформації збільшується, що секунди, тому головними навичками, якими має оволодіти учень, і що сьогодні виходить на перший план – критичність мислення, креативність та творчість. Головним рушієм такої зміни освітньої парадигми, й освітніх методів загалом, став стрімкий розвиток ІТ. Сьогодні девайсами намагаються оволодіти діти дошкільного віку, безліч освітнього, розважального і розвивального та відверто шкідливого контенту перенаповнює мережу Інтернет. І цей потік інформації буде лише збільшуватися, сьогодні використання в освітньому процесі штучного інтелекту виглядає, як дуже ефективний, але мало досліджений процес, і продуктивність та безпечність такої інтеграції буде досліджуватися в процесі його використання на практиці. Тому, на нашу думку, ці дві умови (підготовка теперішніх учнів до життя в пост інформаційну епоху та стрімкий розвиток ІТ) є одними з визначальних для розуміння того, які компетентності мають формуватися в учня в результаті освітнього процесу, а також відповідно які освітні методи є ефективними аби впливати на їх формування.

Метод організації освітнього процесу із застосуванням супутникових знімків – це спосіб отримання учнем нових компетентностей у галузі природничих наук та технологій використовуючи при цьому ІТ, зокрема й технології ГІС та ДЗЗ. Методи, які обирає вчитель для ефективної організації освітнього процесу мають враховувати готовність учнів до засвоєння навчального матеріалу, їх інтереси та потреби.

Відповідно до мети в освітньому процесі можна використовувати різноманітний набір та комбінацію методів. Ми розглянемо ті практичні методи, які вважаємо найбільш ефективними у впровадженні нашої авторської ІОС з основ ДЗЗ. Зокрема, дослідницька діяльність (як цілісний процес, або

деякі його етапи), дослідна, пошукова та проектна діяльність. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від теми, мети, завдань заняття.

Ми визначаємо дослідницьку діяльність як процес цілеспрямованого, творчого пізнання частини реальної дійсності, що визначена освітньою метою та пізнавальними інтересами учня. Цей процес характеризується застосуванням наукових методів та поетапною структурою пізнання, і відсутністю наперед відомого результату як для учня так і для вчителя. Результатом можуть бути як суб'єктивно (для учня) так і об'єктивно (для розвитку науки) нові знання.

Вважаємо за необхідне розмежувати поняття дослідницької і дослідної діяльності, оскільки смислові поля понять перетинаються, але не є тотожними. Етимологія слова дослідна (діяльність) походить від слова дослід, у Великому тлумачному словнику сучасної української мови дослід визначено, як «відтворення якого-небудь явища або спостереження за новим явищем у певних умовах з метою вивчення, дослідження» [59, с.321]. Саме з цієї позиції ми трактуємо дослідну діяльність – як процес відтворення заздалегідь спланованих дій та формування наперед визначених висновків, з метою здобуття суб'єктивно нових знань для учня, але не для вчителя. Саме ознака визначеності результату та фактична відсутність можливості здобути об'єктивно нові знання відрізняють смислові поля дослідної та дослідницької діяльності [21].

Пошукову діяльність ми визначаємо, як цілеспрямований процес збору, систематизації та узагальнення інформації з метою формування знань і уявлень про стан проблеми дослідження. Пошукову діяльність доцільно застосовувати на етапі визначення поточного стану вивченості обраної теми чи проблеми дослідження [21].

Під проектною діяльністю ми розуміємо цілеспрямовані дії з пошуку шляхів вирішення практично-орієнтованої проблеми з освітньою метою. Слово «проект» походить з латинської мови і означає «кинутий вперед» – тобто формулювання певного задуму, проектна діяльність характеризується

конструюванням, плануванням, організацією виконання певного практично значущого завдання (пропозиції, визначені шляхи рішення проблеми тощо) [21].

Дидактичне забезпечення

Дидактичне забезпечення, яке необхідне для ефективного застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі умовно можна згрупувати у два блоки: технічні та інформаційні. Такий умовний поділ обумовлений використанням технічних засобів (персонального комп'ютера, під'єднання до мережі Інтернет, відеокамери, тощо) у поєднанні з інформаційними ресурсами: веб-платформи, хмарні сервіси, програмне забезпечення тощо. Разом ці два блоки є необхідною умовою для роботи із даними супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі. Але якщо характеристики технічних засобів впливають на комфорт та швидкість роботи із даними супутникового моніторингу Землі, і можна вказати їх рекомендаційні характеристики, які будуть достатніми для обробки супутникових знімків, то інформаційні ресурси є різними і залежать від віку, освітньої мети та персональних запитів учня.

Отже рекомендації, щодо характеристик технічних засобів навчання висвітлені в наказі МОН № 574 від 29.04.2020 «Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання для навчальних кабінетів і STEM-лабораторій» та стану розвитку ІТ у 2023 році. Проте зауважимо, що освітній процес рекомендовано організовувати так, аби кожен учень самостійно працював за персональним комп'ютером. Якщо формат навчання – дистанційний, то важливо також перевірити наявність та справність відеокамери та мікрофону.

Щодо інформаційних ресурсів, де можна переглядати та аналізувати супутникові знімки, то їх досить багато і їх кількість постійно зростає. Проте є декілька ресурсів, які ми рекомендуємо використовувати на початку

знайомства з ДЗЗ, оскільки в них інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та деякі з них розроблені безпосередньо в цілях використання в освітньому процесі:

- EO Browser [305] – безкоштовна веб-платформа розроблена з ініціативи Європейського космічного агентства компанією Сінерджіс (Sinergise), офіційний реліз відбувся 2017 року. Платформа дає доступ до даних супутникового моніторингу Землі не лише програми Копернікус (Copernicus), зокрема сім'ї супутників Сентініл (Sentinel), як це було на початку заснування, але й супутників Ландаст (Landsat), Модіс (Modis), Проба-В (Proba-V), а також і комерційних даних компанії Пеленет (Planet). Використання цього веб-платформи в освітньому процесі обумовлено трьома важливими чинниками, зокрема: україномовний інтерфейс та функціонал (який розробляли та постійно оновлюють працівники Академії Копернікус Національного центру «Мала академія наук України» у співпраці з компанією Сінерджіс (Sinergise); інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, який розробники постійно удосконалюють; інтеграція деякого ГІС функціоналу (вимірювання площі, створення графіків, 3D моделювання рельєфу тощо). Також веб-платформа активно пропагується серед освітянської та наукової спільноти через міжнародні програми (наприклад ESERO, ESA, Copernicus Academy тощо).

- ArcGIS Online [263] – комерційна веб-платформа компанії ESRI (США), яка націлена на збереження, аналіз просторово-прив'язаної інформації та поширення результатів цього аналізу та публікації картографічних матеріалів. Компанія ESRI спеціалізується на розробці програмного забезпечення для ГІС. Esri є провідним (частка компанії на цьому ринку становить 43% станом на 2018 рік [331]) світовим постачальником програмного забезпечення для ГІС, веб-ГІС та додатків для управління базами геоданих. Компанія ESRI розробила грантові програми для закладів загальної середньої освіти, щодо можливості безкоштовного використання пакетів ArcGIS Online в освітніх цілях і програму лояльності для закладів вищої освіти.

- Google My Maps [318] – це безкоштовна платформа, яка розробляється компанією Google для спостереження за Землею, створення та редагування власних інтерактивних, електронних карт. Користувачі можуть додавати точки, лінії, фігури, нотатки та зображення поверх базової карти Google. Ця платформа може бути корисною для освіти, оскільки вона дозволяє створювати та аналізувати картографічні матеріали, укладати як індивідуальні так і групові дослідницькі проекти і публікувати їх у відкритому доступі.

- Google Earth Pro [317] – безкоштовна веб-платформа компанії Google, яка надає доступ до супутникових знімків наддетального просторового розрізнення і панорамних фотознімків на земній поверхні. Роздільна здатність зображень коливається від 15 метрів до 15 сантиметрів. Google Earth Pro також надає доступ до супутникових знімків за майже 40 років, режими віртуальної подорожі та симуляції польоту, можливість досліджувати поверхні Місяця та Марса. Функціонал програми постійно удосконалюється компанією. Сьогоні, Google Earth Pro є однією з найбільш популярних програм для вивчення географії та дослідження світу в цілому.

- EOSDIS Worldview [306] – веб-платформа розроблена Національним управлінням океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) та Національною аеронавтичною і космічною адміністрацією (НАСА), яка надає можливість інтерактивно переглядати та завантажувати понад 1000 глобальних шарів супутникових зображень, зокрема й нічної освітленості. На сьогоднішній день веб-платформа є однією з найбільш популярних інструментів для вивчення Землі та спостереження за змінами в кліматі, навколишньому середовищі та інших географічних явищах.

- LandsatLook Viewer [346] – веб-платформа НАСА, де зібрані дані супутникового моніторингу Землі місії Ландсат (Landsat) від Геологічної служби США. Сьогодні LandsatLook Viewer є одним з популярних інструментів для дослідження змін клімату, екології, лісового господарства, аграрної промисловості та інших галузей, що потребують використання супутникових

даних. Веб-платформа широко використовується у наукових дослідженнях, зокрема геологічних та екологічних організаціях, в урбаністичному плануванні та інших галузях, де важливо мати доступ до актуальних даних про Землю.

- Giovanni [315] – веб-платформа, яка розробляється компанією НАСА і надає доступ до відкритих даних супутникового моніторингу Землі за різними критеріями (гідрологія, кліматологія, біологія, геологія тощо). Перша версія Giovanni була запущена у 2004 році, і мала дуже простий інтерфейс, який дозволяв користувачам вибирати дати та означити територію інтересу на карті, щоб отримати дані про різні показники, такі як температура повітря, вологість, сонячне випромінювання та інші. Також було додано функції, такі як можливість відображення даних у вигляді графіків, діаграм, карт, розрахування кореляційних зв'язків тощо.

Число дидактичних ресурсів збільшується парктично з кожним днем, оскільки галузь ДЗЗ динамічно розвивається: з позиції кількості ШСЗ, які знімають Землю і з позиції розширення і покращення технічних характеристик знімання. Це, звичайно, виклик для сфери освіти, оскільки підбір та адаптація дидактичних матеріалів вимагає постійної уваги і оновлення. Проте це також і необхідність, аби освітні програми залишалися актуальними.

Методичне забезпечення

Застосування даних ДЗЗ в освітньому процесі має міцне підґрунтя завдяки тому, що органічно вплітається в процес інформатизації природничих дисциплін. А також такі організації-гіганти як Європейське космічне агентство (ESA) та Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США (НАСА) створюють веб-платформи та навчальні матеріали з використання ДЗЗ в шкільній освіті. Навчальні матеріали, освітні курси для учнів та освітян, а головне – відкриті дані

супутникового моніторингу Землі розміщені на інтуїтивно зрозумілих хмарних сервісах – створюють сприятливі умови для вивчення і застосування технологій ДЗЗ в освітньому середовищі різного рівня.

Так, сьогодні, технології ГІС та ДЗЗ більшою мірою вивчаються у закладах вищої освіти по всьому світу, що зумовлено в першу чергу необхідністю підготовки спеціалістів: екологів, географів, картографів, геологів, кліматологів тощо, які володіють сучасними інструментами обробки просторово-прив'язаної інформації і можуть отримати, опрацювати та аналізувати дані із супутникових знімків. Проте є успішні приклади інтеграції технологій ГІС та ДЗЗ в освіту шкільного рівня (детальніше у п. 5.1.).

Необхідність навчати цим технологіям школярів спонукає науковців та освітян співпрацювати, аби максимально адаптувати використання технологій ГІС та ДЗЗ до вікових особливостей учнів. Оскільки це ті сфери економіки які кожного року зростають і нарощують потенціал, а тому мають великі перспективи бути затребуваними у дорослому житті, а також без використання ГІС та ДЗЗ сьогодні практично не можливо швидко та якісно опрацювати величезні масиви даних у природничих дослідженнях.

В авторській ІОС з основ ДЗЗ, технології ГІС та ДЗЗ виступають інструментами дослідження, збору, обробки, аналізу даних з першоджерел, а також перевірки гіпотези дослідження. Можливість опрацювати архівні супутникові знімки, яким більше 40 років та знімки на яких можна побачити територію інтересу за вчора, дають безцінну можливість дослідникам побачити тенденцію, динаміку та проаналізувати перспективу розвитку певних процесів на земній поверхні. Окрім того технології ГІС та ДЗЗ дають можливість самостійно отримати комплексу оцінку стану певної території, оскільки супутники моніторять не лише зміни на земній поверхні, але й стан атмосферного повітря, вегетаційні процеси, гідрологічні об'єкти, стан ґрунтового покриву, надзвичайні ситуації, перебіг воєнних конфліктів тощо. В той же час ГІС дозволяють проаналізувати ці дані, порівняти зі

статистичною, польовою інформацією, автоматично класифікувати територію, порахувати індекси, кореляцію, регресійний аналіз тощо. Тому інструменти ГІС та ДЗЗ займають важливе місце в освіті, як інструменти дослідження.

Хоч в Україні процес інтеграції технологій ДЗЗ в освітній процес відбувся відносно недавно (близько 10 років тому). За цей час лабораторія «ГІС та ДЗЗ» (відповідає за імплементацію програми Академії Копернікус від імені МАНУ) залучила до освітніх заходів більше 3 000 для учнів та близько 100 вчителів з усіх куточків нашої країни. Сьогодні створено передумови, аби в кожній області України (де дозволяють безпекові заходи) можна було організувати безкоштовну для учнів секцію «ГІС та ДЗЗ».

Методичні матеріали ІОС з основ ДЗЗ об'єднані в одну групу – «Основи ДЗЗ», яка складається з трьох освітніх рівнів (кожен з яких містить посібник, навчальну програму, відео-курс, набір презентацій та робочий зошит. Посібник та робочий зошит з перших двох рівнів перекладені на англійську мову). Кожен з освітніх рівнів створений за принципом від простішого до складнішого і має свою назву, зокрема:

- Рівень «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» (див. рис. 41). Передбачає формування базових знань з фізичних основ ДЗЗ (діапазони електромагнітного випромінювання в якому відбувається знімання ШСЗ, технічні характеристики і особливості знімання ШСЗ, робота з каналами та індексами під час аналізу супутникових знімків, супутникові місії тощо) через роботу з хмарними сервісами: EO Browser, Google Earth, Google My Maps, Worldview, Landsat Look тощо.



Рис.41 Навчально-методична література до першого рівня методики «Основи ДЗЗ» (див. Додаток А, Б, В)

- «Основи ДЗЗ: Аналіз космічних знімків в ГІС» (див. рис.42). Передбачає формування в учнів базового розуміння основ роботи в ГІС та обробки в ньому даних ДЗЗ (види баз даних в ГІС, правила створення баз даних, базові карти, векторні та растрові об'єкти: види та типи, кластифікація: ручна, автоматична, дешифрування: ручне, автоматичне, векторизація: ручна, автоматична, модулі до Quantum GIS, групи та приклади використання інструментів аналітики у Quantum GIS та ArcGIS Online тощо). Через роботу в таких програмних продуктах як Giovanni Nasa, Quantum GIS та хмарного сервісу ArcGIS Online учні навчаються та порівнюють три види ГІС середовищ: хмарний сервіс, настільне програмне забезпечення та онлайн-додаток. Практичні роботи укладені таким чином, аби на актуальних темах, які висвітлені в ЗМІ за допомогою технологій ГІС та даних ДЗЗ учень мав змогу спостерігати, порівнювати, аналізувати і робити висновки про процеси та явища на земній поверхні.



Рис. 42. Навчально-методична література до другого рівня методики «Основи ДЗЗ» (див. Додаток Г, Г', Д)

- «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків у ресурсі Google Earth Engine» (див. рис. 43). Передбачає формування в учнів базового розуміння основ програмування, через використання мови JavaScript для знаходження, фільтрування, класифікацію, обробки та аналізу даних супутникового моніторингу Землі. Загалом ресурс Google Earth Engine унікальний тим, що поєднує в собі одні з найбільших на сьогодні даних ДЗЗ (більше 50 ПБайт) та ГІС інструментарій. Учень володіючи мовою програмування має необмежений функціонал для аналізу та візуалізації даних. Діаолог «користувач-сервіс» має ряд допоміжних елементів, готових конструкцій, які учень може використати, колекції даних, фільтрування та сортування даних.

Важливим аспектом є те, що обробці даних супутникового моніторингу Землі та при їх аналізі через ГІС інструменти використовуються обчислювальні потужності компанії Google, це власне, спрощує запит до технічних характеристик ПК, оскільки важливішим чинником є швидкість Інтернет-зв'язку та технічні характеристики відеокарти. Сьогодні Європейське космічне агенство розробляє аналог цьому продукту – Copernicus Browser, де

також за допомогою мови програмування користувач матиме можливість працювати з даними супутникового моніторингу Землі.



Рис. 43. Навчально-методична література до третього рівня методики «Основи ДЗЗ» (див. Додаток Е, Є, Ж)

Кожен з наступних освітніх рівнів методики ІОС з основ ДЗЗ розрахований на більш глибоке розуміння фізичних основ та можливостей супутникового моніторингу Землі. Зокрема, учень, який має базові знання з географії, вільний доступ до мережі Інтернет, володіє ПК на рівні користувача та англійською мовою на рівні А1 (Beginner English) може долучатися до першого блоку освітньої програми. Другий рівень – націлений на формування зв'язків між першим блоком (розуміння фізичних основ ДЗЗ, формування навичок роботи з хмарними сервісами зберігання та обробки супутникових знімків, ознайомлення за сферами застосування супутникового моніторингу у практичних ситуаціях) та технологіями, що аналізують просторово прив'язану інформацію табличного типу (таблиця атрибутів) з модельним зображенням території – ГІС [101]. Таке поєднання необхідне, для того щоб розширити та поглибити розуміння можливостей аналізу супутникових знімків, які ми базово навчилися обробляти у хмарних сервісах (на першому рівні). Третій рівень – «Обробка та аналіз космічних знімків у

ресурсі Google Earth Engine», передбачає обов'язкове опанування перших двох рівнів та базове розуміння мови програмування JavaScript. Google Earth Engine – хмарна платформа геопросторового аналізу, що дозволяє користувачам візуалізувати та аналізувати один з найбільших каталогів супутникових зображень нашої планети.

До кожного освітнього рівня розроблено навчальний посібник, робочий зошит (з практичними роботами) та відеосупровід до кожної з тем блоку. Отже у пакеті, наприклад, «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» міститься: освітня програма (324 години), навчальний посібник, робочий зошит (19 практичних робіт), 19 презентацій та 19 відеороликів, методичні та дидактичні матеріали для педагогічних працівників. Рівнева форма освітньої методики, дозволяє підвищити ефективність освітнього процесу, оскільки всі матеріали зібрані та логічно структуровані в одному середовищі, по-друге це дозволяє створити системне розуміння можливостей та практичне застосування ДЗЗ головними суб'єктами освітнього процесу: учнем та вчителем. Вчитель розуміючи цю етапність самостійно приймає рішення про час ускладнення навчання і «переходу» на другий освітній рівень.

Одним з найважливіших етапів створення освітньої методики є її апробація та постійний зворотній зв'язок з педагогічними працівниками та учнями. Зокрема, апробовуючи освітню програму «Аналіз космічних знімків в ГІС» перш за все ми розробили форму реєстрації, що передбачала ряд відкритих та закритих питань, щоб визначити рівень готовності учня до освітнього процесу. Також учням ми пропонуємо пройти опитування в середині і після завершення курсу. Такий зворотній зв'язок, перш за все дозволяє оцінити ефективність освітнього процесу та виявити «слабкі» точки в освітньому курсі, і як наслідок усунути їх. Процес розроблення, апробація, удосконалення та масштабування освітньої методики триває і є безперервним, оскільки технології в галузі ГІС та ДЗЗ постійно розвиваються та оновлюються [134].

4.5. Досвід широкого впровадження інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в практику регіональних осередків Малої академії наук України

Історія створення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» має тяглість з 2012 року, коли в Київському територіальному відділенні МАНУ почала працювати секція «ГІС у географії». Навчання у цій секції проводилося за авторською програмою дослідницько-експериментального напрямку для позашкільної освіти (рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист Міністерства освіти і науки України № 1/14-14727 від 15.09.2014).

У 2018 році Національний центр МАНУ отримав статус Центру наукової освіти II категорії під егідою ЮНЕСКО (див. рис. 44) та став першою в Україні організацією, що отримала статус Академії Копернікус (Copernicus Academy) [1]. Мережа Академії Копернікус – це програма, яка реалізується в рамках Європейської Космічної стратегії і підтримується Європейською Комісією та Європейським космічним агенством. Академія Копернікус має на меті популяризацію даних дистанційного зондування Землі в наукових сферах та освітньому процесі. Отримання статусу Академії Копернікус – дає можливість українцям долучитися до унікальної спільноти науковців, фахівців та освітян для обміну ідеями та результатами роботи; отримати доступ до методичних матеріалів, які розробляють фахівці Європейського космічного агентства; головне - отримати доступ до супутникових даних середньої та надвисокої роздільної здатності для використання в освітніх цілях. Цей крок став пусковим механізмом для розроблення масштабування ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Зокрема виокремлення лабораторії «ГІС та ДЗЗ» в окрему структурну одиницю Національного центру МАНУ, створення секції «ГІС та ДЗЗ» у Київському та Львівському територіальних відділеннях МАНУ.



*Рис.44 Офіційне відкриття Академії Копернікус
Національного центру МАНУ*

Цей крок і загалом початок апробації методики «основ ДЗЗ» стали передумовами того, що в 2019 було організовано констатувальний епат педагогічного експерименту з освітянами. Така діяльність базувалася більшою мірою через ентузіазм викладачів та мотивацію вивчати ці технології учнів та початок формування методичних матеріалів, які освітяни могли використовувати як основу для вивчення технологій ГІС та ДЗЗ в системі Малої академії наук України та за її межами.

Наріжним каменем, який спричинив процес розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях системи Малої академії наук України стали ряд умов, які спрацювали в синергії: організація перших курсів для освітян, очне проведення Міжнародної літньої школи з основ ДЗЗ (с. Поляна, Закарпаття), розробка методичних матеріалів за рівнями з відповідними рекомендаціями до використання в освітньому процесі науково-методичною радою Національного центру «Мала академія наук України» та Міністерством освіти і науки України.

Станом на осінь 2023 року офіційно відкрито та працює секція «ГІС та ДЗЗ» у 14 територіальних відділеннях Малої академії наук України (див. рис. 45), зокрема у м. Києві, Київщині, Львівщині, Волині, Рівненщині,

Житомирщині, Закарпатті, Буковині, Хмельниччині, Харківщині, Сумщині, Полтавщині, Кіровоградщині, Дніпропетровщині.



Рис. 45. Картохема територіальних відділень Малої академії наук України де офіційно відкрито та працює секція «ГІС та ДЗЗ» станом на 1 вересня 2023 року

Оскільки саме факт організації роботи секції «ГІС та ДЗЗ» є одним з найбільш наочних результатів нашого дослідження, ми вбачаємо, за необхідне зауважити, що в тих областях де секція офіційно не відкрита, навчання може проводитися в рамках інших секцій, або відділення наук про Землю в цілому (в рамках економії коштів чи неможливості розширити штат у деяких територіальних відділеннях секції відділення наук про Землю узагальнені до однієї секції – природничих наук, науки про Землю тощо). Специфіка цього питання полягає в тому, що не усі територіальні відділення в час повномасштабного вторгнення РФ на територію України мають достатній бюджет, аби оплатити працю керівникам секції. Тому це питання вважаємо також доцільно розглядати з позиції учасників третього етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт МАНУ (див. рис.46). Оскільки участь у цьому конкурсі передбачає, як мінімум,

організацію секції «ГІС та ДЗЗ» на період конкурсу на районному та обласному етапах. Оскільки аби учні пройшли у Всеукраїнський рівень конкурсу, вони мають отримати перше місце в районному та обласному етапах.

Окрім цих територіальних відділень де працює секція, у 2023 році учні Луганщини (разом учні з 16 територіальних відділень) брали участь у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ». У порівнянні 2022 року (перший рік роботи секції «ГІС та ДЗЗ» на III етапі Конкурсу) учні з 11 територіальних відділень брали участь у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ».

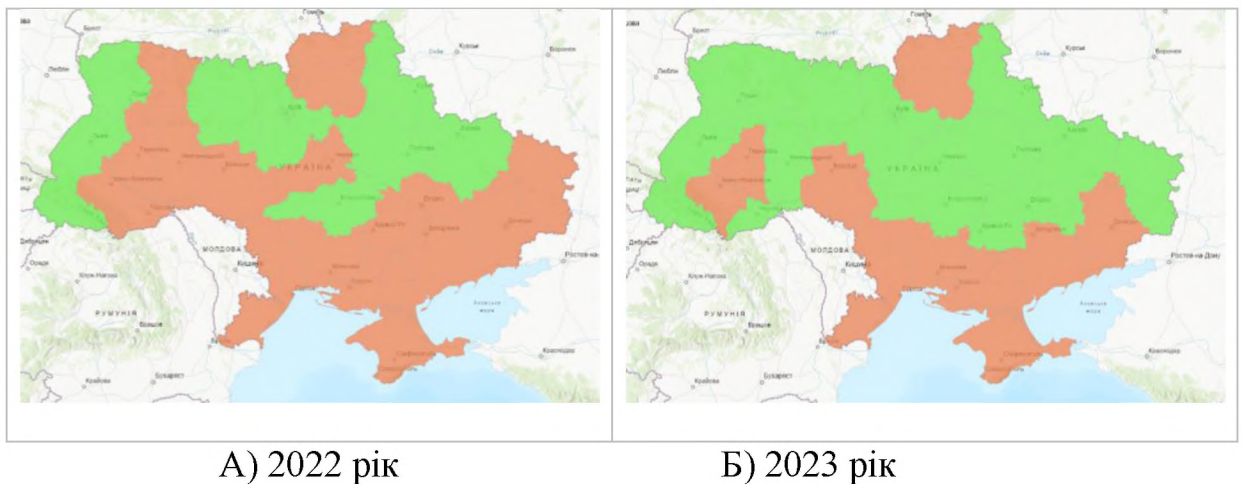


Рис.46 Участь учнів у Конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України у секції «ГІС та ДЗЗ»

Також, вважаємо за доцільне провести порівняння вище наведених даних з географічним розподілом учасників спецкурсів для освітян першого та другого рівнів з 2021 по 2023 роки та третього рівня у 2024 році. У курсах для освітян брали участь освітяни з: м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини, Луганщини, Донеччини, Херсонщини, Івано-Франківщини, Запоріжжя,

Одещини, Чернігівщини, Черкащини (див. рис. 47). Як ми бачимо такі області, як Тернопільська, Вінницька, Миколаївська та Автономна республіка Крим у показниках: робота секції «ГІС та ДЗЗ», участь учнів у конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України у секції «ГІС та ДЗЗ» та участі освітян у спецкурсах, займають пасивну позицію.

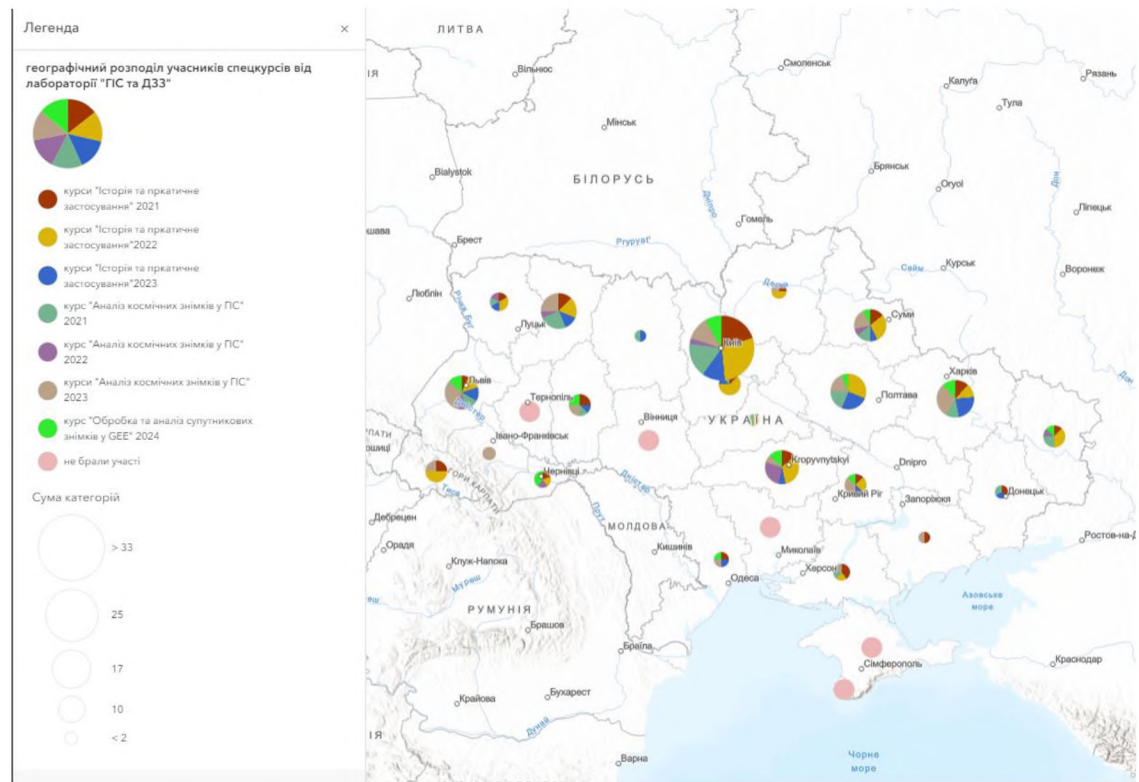


Рис.47. Географічний розподіл учасників спецкурсів першого та другого та третього рівнів за методикою «Основи ДЗЗ»

Отже розглядаючи результати створення та розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, вважаємо за необхідне враховувати такі показники як організація роботи мережі секцій «ГІС та ДЗЗ», участь учнів у конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України у секції «ГІС та ДЗЗ» та участі освітян у спецкурсах, які організовує лабораторія «ГІС та ДЗЗ».

Розвиток дослідницької компетентності учня через аналіз супутникових знімків

Питанню визначення смислового поля терміну «дослідницька компетентність» в українській освіті присвячено праці Світлани Сисоєвої, Людмили Козак, Олени Біди, Бориса Грудиніна, Наталії Борозенець, Ганни Панасюри, Наталії Мордовцевої та інших науковців. Зокрема, ці праці присвячено вивченню дослідницької компетентності різного освітнього рівня: від учнів закладів дошкільної освіти до викладачів вищої школи, що свідчить про наскрізну необхідність розвивати та формувати дослідницьку компетентність. Також необхідність формування дослідницької компетентності в різних сферах діяльності людини присвячено праці Олени Мартиненко (у сфері математики та економіки) [160], Галини Омеляненко (у сфері фізичного виховання і спорту) [179], Світлани Климчук (у сфері соціальної роботи) [131], Ірини Солошич (у сфері екології) [224], Анни Мосейчук (у сфері медицини) [174], Оксани Фенцик та Олени Пинзеник (у сфері вищої освіти) [235] тощо. Що свідчить про те, що дослідницьку компетентність необхідно розвивати незалежно від сфери наукового інтересу та майбутньої професії. Актуальність та необхідність розвитку дослідницької компетентності, з нашої точки зору, аргументується в першу чергу, тим що дослідження як форма пізнання формує навичку працювати з новою інформацією та пізнавати суть невідомих процесів та явищ, опрацьовувати різні джерела інформації у пошуку відповідей на проблемні питання. Вміння критично мислити, аналізувати і оцінювати інформацію, розв'язувати поставлені задачі та приймати обґрунтовані рішення необхідні як для учнів так і для освітян й науковців, тому дослідницька компетентність це наскрізна до рівнів освіти якість, яка є важливою для різних сфер людської діяльності.

Розглянемо декілька підходів до осмислення поняття «дослідницька компетентність». Зокрема Світлана Сисоєва розкриває її на рівні викладача вищої школи і визначає як «інтегровану особистісно-професійна якість

фахівця, яка відображає мотивацію до наукового пошуку, рівень володіння методологією педагогічного дослідження, особистісно-значущими якостями дослідника, зокрема такими, як інноваційне мислення, здатність до творчої та інноваційної діяльності» [216].

Ірина Мороз визначає дослідницьку компетентність учня як «інтегровану особистісну якість учня, що виявляється в готовності та здатності до дослідницької діяльності, зокрема висувати нові ідеї та гіпотези, працювати з різноманітними джерелами інформації, здійснювати пошук найбільш раціональних варіантів вирішення навчальної проблеми» [174].

Микола Головань та Валерій Яценко [77] визначають «дослідницьку компетентність» особистості як «цілісну, інтегративна якість що поєднує в собі знання, уміння, навички, досвід діяльності дослідника, ціннісні ставлення та особистісні якості і виявляється в готовності і здатності здійснювати дослідницьку діяльність з метою отримання нових знань шляхом застосування методів наукового пізнання, застосування творчого підходу в цілепокладанні, плануванні, прийнятті рішень, аналізі та оцінці результатів дослідницької діяльності» [77, с. 61].

Цінність формування дослідницької компетентності в учнів обумовлена перманентною необхідністю опановувати нову інформацію, оскільки суспільство індустрії 4.0 розвивається надзвичайно швидко, і освіта об'єктивно не спроможна підготувати учня до умов життя, які будуть умовно через 20 років, але враховуючи сьогодишню тенденцію до розвитку ІТ та їх інтеграцію в усі сфери життя, це має бути високотехнологічний світ, де штучний інтелект має взяти на себе значну частину рутинної, аналітичної та облікової роботи.

Проте саме роль освіти – формувати в учня такі компетентності, аби сьогодишній учень у дорослому житті не лише продовжував свою освіту, але й зі шкільної парти розумів цінність та важливість вміння працювати з новою інформацією, шукати першоджерела, формувати гіпотезу, перевіряти її за допомогою наукових методів, визначати головні ідеї з поміж великого масиву

інформації, аналізувати інформацію на предмет фактчекінгу, відрізнати судження від факту. Теза, яка була популярною в кінці ХХ століття «хто володіє інформацією, той володіє світом», уже втратила свою актуальність, бо сьогодні переважаюча більшість людей в нашій країні користується мобільними телефонами, ноутбуками та іншими девайсами, які мають доступ в мережу Інтернет, більше того уже зараз варто говорити, що межа між віртуальним та реальним світом поступово стирається. А віртуальний світ – переповнений інформацією, в тому числі шкідливою, маніпулятивною та пропагандистського типу. Тому цінність інформації визначається в першу чергу її якістю, ознакою якої є її валідність, обґрунтованість висновків, можливість перевірити її, відтворити в процесі дослідження в тому числі за першоджерелами тощо.

Загалом дослідницька компетентність тісно пов'язана з розвитком критичного мислення в учнів. Розвиток останнього дозволяє осмислено та виважено підходити до сприйняття інформації. Ця якість має надзвичайну важливість для демократичного суспільства загалом і для українського суспільства – зокрема. Це обумовлено, в першу чергу, тим що кожен громадянин разом з можливістю обирати представників влади, несе відповідальність за свій вибір і за діяння тих кого обрали. Тому прийняття рішень у виборі має ґрунтуватися не на емоційній складові чи тим більше керуючись пропагандою, а на основі програм дій вибірника, його репутації тощо. Для українського суспільства цей процес особливо гострий, що з одної сторони обумовлено історично: багаторічне перебування в складі Союзу Радянських Соціалістичних Республік, де все інформаційне поле було побудовано на пропаганді і маніпуляціях. Незважаючи на те, що наша країна відновила незалежність у 1991 році, центр ваги російської пропаганди не випускав українське інформаційне поле із кола свого інтересу. Що «підігривало» активність тих верств населення, які за національністю чи за свідомістю відносили себе до російської федерації. Маніпулюючи питаннями національної ваги: мови, віросповідання, традиції, історії тощо, російська

пропагандистська машина мала на меті «посіяти розбрат» в нашій країні і повернути Україну з вектора самостійної незалежної держави у сферу тяжіння свого впливу. З іншої сторони українці за своїм психотипом мають розвинений емоційний інтелект, на що вплинуло багаторічна кривава боротьба за нашу незалежність та самостійність, яка продовжується до сих пір, геноцид українців голодоморами, революції та повномасштабна фаза російсько-української війни. У відповідь на це в нашій країні значного розвитку набула сфера волонтерського руху та підготовки до військової справи. Здатність до консолідації українців – риса, яка характеризує нашу націю, саме вона стала одною з причин того, що на початку повномасштабного вторгнення російської федерації на територію України наша нація витримала натиск переважаючої сили ворога. В той час як уся пропагандистська машина ворога була направлена на залякування українців та всього світу і переконання усіх у переважаючій військовій силі російської федерації (саме тому у нашій країні «немає шансів на перемогу»), українці у переважній більшості консолідували свої зусилля і дають відсіч ворогові. В основі такої поведінки лежить критичність мислення, зокрема: історична пам'ять українців про ціну свободи, та криваве винищення націоналістично свідомої інтелігенції («боротьба з інакомисленням»), прагнення самостійно визначати долю нашої країни, аби створити умови для демократичного, вільного і толерантного суспільства, в якому будуть комфортні умови для життя та розвитку (росія як тоталітарна держава може запропонувати нам виключно тоталітарну форму правління). Ми перебуваємо на стадії активної боротьби за саме існування української нації на світовій політичній арені, тому роль освіти у вихованні відповідальних, активних, свідомих і критично мислячих громадян важко переоцінити.

Потік інформації, в якому сьогодні перебувають українці, практично не можливо не те що проаналізувати, але й просто перечитати. Тому на початку повномасштабного вторгнення армії російської федерації на територію України, важливим повідомленням для громадян стало «довіряйте лише

офіційним джерелам», малося на увазі офіційним каналам інформації від нашої влади різних рівнів. Це з одного боку мало на меті боротьбу з російською пропагандою (інформаційна війна не менш важка і важлива, аніж війна на полі бою), а з іншого боку – боротьбу з панічними настроями наших громадян, які цілком є нормою в час війни. Цей задум безумовно став ефективним способом управління головними інформаційними потоками в нашій країні. Разом з тим, в повсякденне інформаційне поле українців органічно влилися такі слова як «спутниковий знімок» (порівняння територій до бойових дій чи окупації та після, до екологічних катастроф та після тощо) та електронна карта й геоінформаційні системи (проект DeepState – електронна карта театру актуальних бойових дій з можливістю бачити їх пероспективу, електронна карта повітряних тривог тощо). Чому супутникові знімки завоювали таку прихильність журналістів та журналістів-розслідувачів в час війни? В першу чергу тому, що вони надають об’єктивну інформацію про стан території без ризику для життя (альтернатива – використання БПЛА, які хоч мають кращу роздільну здатність знімка, не можуть «літати» далеко, з огляду на заряд пристрою та можуть бути знищені ворогом, а також дані розвідки – тобто аби отримати дані, розвідник має ризикувати власним життям, що безумовно є найбільшою цінністю); дані із супутника – першоджерело інформації, навіть якщо припустити, що ворог міг би змінити/спотворити дані супутникового знімка, це не дало б жодного ефекту, оскільки станом на липень 2023 рік на орбіті знаходиться 8100 штучних супутників Землі [396], які знімають та передають інформацію про стан географічної оболонки нашої планети на станції її прийому та обробки. Тому перевірити валідність даних із супутникового знімка – не складає труднощів; також важлива характеристика супутникового знімання – періодичність отримання інформації - від декількох годин (геостаціонарні супутники) до кількох днів (що рухаються по орбіті); відкритість даних – супутникові знімки середньої роздільної здатності (наприклад із сім’ї супутників Sentinel та Landsat) доступні на офіційних сервісах

Європейського космічного агентства та НАСА і постійно оновлюються з періодичністю близько одного разу на добу. Також, наприклад компанії Sentinel Hub та Planet Lab пропонують грантові програми, які надають безкоштовний доступ до супутникових знімків даних надвисокої роздільної здатності в освітніх та наукових цілях; платформи де зберігаються супутникові знімки мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, тому навіть без попередньої технічної підготовки в них легко працювати та дешифрувати інформацію, окрім того для того аби українцям було зручно аналізувати супутникові дані на веб-платформі Європейського космічного агентства – EO browser [305], під керівництвом автора була зібрана команда фахівців у сфері ДЗЗ для перекладу функціоналу платформи на українську мову.

Електронні карти, створені на основі ГІС та ДЗЗ, дають можливість оперативно збирати, доповнювати та аналізувати геодані з цілюю прийняття оперативного та найкращого (за певних обставин) рішення. Таке поєднання дає можливість не лише систематизувати великі геодані, але й передбачити можливі шляхи розвитку процесів (в тому числі військових дій). Це особливо актуально, коли мова йде про зміну чи руйнування екосистем, зокрема науковці, які мають доступ до супутникових даних змогли побачити та проаналізувати масштаби екологічної катастрофи в наслідок підриву армією російської федерації Каховської гідротехнічної електростанції. Також за супутниковими знімками можна моніторити, які території зазнали підтоплення на лівому (тимчасово-окупованому) березі Херсонщини, визначити куди рухається водна маса з підтоплених територій у Чорному морі, спрогнозувати її рух у Середземному морі та відповідно визначити, яким рекреаційним районам варто обмежити використання водних ресурсів, які забруднені в наслідок підриву Каховської ГЕС.

Загалом, цінність супутникових знімків зводиться до об'єктивності, відкритості та можливості бачити глобальну картину певних процесів та явищ. В освіті і науці супутникові знімки варто розглядати як інструмент, який допомагає провести дослідження, а отже впливає на формування

дослідницької компетентності. Ми розглядаємо використання ГІС та ДЗЗ як інструменти, що також впливають на екологічну свідомість та кліматичну грамотність учнів, оскільки дають дані про стан екосистеми в цілому та її компонентів зокрема. Наприклад супутник Sentinel 5-Precursor сім'ї супутників Європейського космічного агентства Sentinel, збирає дані про концентрацію газів, які забруднюють атмосферу (наприклад діоксид азоту, карбон монооксид, азот, формальдегіди тощо), що дає можливість проаналізувати зміну концентрації цих газів у конкретній країні, регіоні чи населеному пункті, зокрема у ретроспективі, і на цій основі спрогнозувати перспективу; порівняти із зміною кількості об'єктів забруднення (наприклад, збільшення чи зменшення кількості автомобілів із двигуном внутрішнього згорання, розвиток мережі автомобільних доріг, збільшення кількості заводів та фабрик тощо).

У час стрімких глобальних змін клімату, вміння знайти, проаналізувати та опрацювати дані про стан та наслідки кліматичних змін, зокрема за супутниковими знімками, стають необхідністю не лише для екологів, метеорологів та географів тощо, але й для представників різноманітних професій, оскільки глобальні зміни клімату з одного боку впливають на життя усіх на нашій планеті, а з іншого боку усі впливають на швидкість, інтенсивність на розвиток цих змін.

Отже дані супутникового моніторингу Землі, як джерело об'єктивних даних про стан навколишнього середовища – цінний ресурс для проведення досліджень, тому їх використання може мати позитивний вплив на формування дослідницької компетентності учня.

Вплив аналізу супутникових знімків на формування навичок 4К

Навички 4К (комунікація (communication), командна робота (collaboration), критичне мислення (critical thinking), креативність (creativity))

сьогодні часто вживається в контексті необхідності формування м'яких навичок (soft skills). Що обумовлено, з одного боку вимушеними умовами, які послабили підготовку учнів в цьому контексті: дистанційна форма освіти в час COVID-19 та повномасштабної фази російсько-української війни, а з іншого боку власним вибором учнів проводити більше часу у віртуальному середовищі (соціальні мережі, стрімінгові платформи тощо), які щонайменше видозмінюють формат комунікації та командної роботи. Також важливим чинником є об'єктивно стрімкий розвиток сфери ІТ в нашій країні зокрема та в світі загалом. У цьому пункті ми зосередимо увагу на тому як впливає робота зі супутниковими знімками на формування навичок 4К і які форми організації освітнього процесу сприяють розвитку цих навичок.

Отже, перш за все робота із супутниковими даними передбачає роботу за персональним комп'ютером з доступом до мережі Інтернет. Для цього не обов'язково використовувати дистанційний формат навчання, цілком прийнятним варіантом є організація освітнього процесу, наприклад в комп'ютерному класі. Окрім того учні мають володіти навичками рівня «користувача» персонального комп'ютера.

Супутниковий моніторинг Землі – сфера ІТ, яку в освіті активно імплементують в цикл дисциплін наук про Землю, інформатику, історію та екологію. Така міждисциплінарність обумовлена, тим що ці науки (окрім інформатики) мають спільний об'єкт дослідження – географічну оболонку (її ретроспективний та сучасний стан, а також прогнозування певних процесів та явищ у природі). З іншого боку великі дані (big data) стрімко стають важливим компонентом розвитку науки, а обробити і дані без застосування ІТ (що вивчає інформатика) не те що неможливо, скоріше – дуже неефективно. Таким інструментом ІТ для природничих наук є ДЗЗ та ГІС, які направлені на створення, передачу, збір, поширення, пошук, обробку та аналіз інформації про стан географічної оболонки. Тобто, ми розглядаємо ДЗЗ та ГІС, як інструментарій, який окрім іншого, створює умови для забезпечення міждисциплінарного підходу в освітньому процесі.

Формування комунікаційної навички у роботі із даними супутникового моніторингу Землі, можна розглядати з глобального та локального масштабу. Глобальний обумовлений цінністю комунікації як процесу передачі інформації, зокрема від датчиків, які встановлені на ШСЗ до станції прийому та первинної обробки інформації на Землі, а потім до центрів обробки, аналізу і публікації (на сервісах з відкритим та закритим доступом). Також до глобального масштабу комунікації ми відносимо обговорення результатів аналізу, обмін ідеями, розробку спільних проєктів у реальних та віртуальних спільнотах фахівців та ентузіастів сфери ГІС та ДЗЗ. Такий масштаб комунікації дозволяє швидко та ефективно проаналізувати найбільш актуальні ідеї та шляхи розв'язання практичних задач у сфері. Учні маючи доступ до таких спільнот мають можливість спілкуватися з фахівцями галузі, обговорювати проблемні питання та запозичати їх досвід. На локальному рівні комунікація в межах освітнього процесу може відбуватися в рамках діяльності закладу освіти (або між учасниками освітнього процесу в тому числі між учнями різних закладів освіти). З цієї точки зору, учні комунікують із сервісами збору та обробки даних супутникового моніторингу Землі (процес: запит-відповідь системи, технічна підтримка тощо), та між собою (учень-учень) і вчителем (обговорення проблеми дослідження, причинно-наслідкових зв'язків процесу чи явища, власне підбір джерел даних і геоданих тощо). Навичка комунікації на цьому шляху є важливою, оскільки дозволяє обговорити різні підходи до ідеї використання даних супутникового моніторингу Землі, оптимальне та ефективне їх використання в освітніх та дослідницьких цілях, а також представити результати своєї роботи, обговорити їх та визначити перспективні шляхи подальших розвідок.

Навичка працювати в команді має на меті навчити учнів рухатися до спільної мети, притому розділяючи ролі для кожного члена команди. Ця навичка необхідна у глобальному вимірі – на рівні суспільства, де кожен розуміє важливість своєї справи, робить свій внесок у розвиток та добробут спільноти, а також несе відповідальність як за свій внесок так і за спільний

результат загалом. Розуміння своєї ролі та відповідальності у формуванні добробуту й розвитку суспільства є одним з наріжних каменів демократії та формуванні свідомого громадянина, а освіта в цьому процесі – визначальне середовище, оскільки створює умови для відточення навички командної роботи з дитинства у безпечному середовищі. Якщо розглядати супутниковий моніторинг Землі з позиції менеджменту, то це надзвичайно глобальний та багатокомпонентний проєкт, в якому задіяні науковці, фахівці в галузі ІТ, ДЗЗ, ГІС, фізики, астрономи, освітяни, менеджери по роботі з громадськістю тощо. І в цьому великому механізмі усі складові націлені на отримання, збір, обробку та поширення інформації про стан географічної оболонки інструментами супутникового моніторингу Землі. В сучасному світі великі компанії, економічні гіганти однією з важливих вимог до працевлаштування визначають вміння працювати в команді, це не означає втрачати індивідуальність чи власні напрацювання, проте чітко окреслює, що в кооперації можна створити і управляти масштабними і націленими на глобальний вплив проєктами. Найбільш простою формою організації освітнього процесу де відточується навичка командної роботи – групова робота. Розглянемо на прикладі групової дослідницької роботи учнів, в якій використано дані супутникового моніторингу Землі. Зокрема така робота може містити компоненти: окреслення предмету та мети дослідження, опрацювання літературних джерел з проблеми дослідження, визначення гіпотези, її підтвердження чи спростування використовуючи дані супутникового моніторингу Землі та представлення результатів дослідження.

На цьому шляху кожен компонент групової дослідницької роботи учнів є важливим для кінцевого результату, проте зосередимося на етапі «підтвердження чи спростування гіпотези використовуючи дані супутникового моніторингу Землі». Цей етап передбачає використання сервісів та функціоналу ГІС та ДЗЗ, зокрема дешифрування супутникових знімків на територію інтересу. Саме дешифрування (розпізнавання на супутниковому знімку об'єктів і явищ антропогенного і природнього

характеру) – складний процес, який потребує досвіду та навичок дешифрування, проте навіть на цьому етапі варто розділити ролі учнів, зокрема дешифрувати супутникові знімки на територію інтересу використовуючи дані з різних штучних супутників Землі (це дозволить зменшити шуми у дешифруванні), аналізувати процес чи явище дослідження на різних веб-сервісах (вимірювання площі чи явища за допомогою інструментів ГІС на різних платформах, порівняти їх, визначити середнє значення і таким чином також уникнути можливих шумів та зміщень в оцінці). Окрім навичок дешифрування, учні зможуть визначити, які особливості та характеристики знімання мають різні штучні супутники Землі.

Ще однією ефективною формою групової роботи є розподілення ролей не за етапами дослідження, а за сферами дослідження. Зокрема, коли одна і та сама проблема, наприклад підлив армією російської федерації Каховської ГЕС, розглядається учнями, які знаходяться у ролі експертів, наприклад, географа, гідролога, еколога, біолога, історика тощо. І кожен з цих експертів вивчає і доповідає про цей екоцид із позиції своєї сфери компетенції. Зокрема й використовуючи дані супутникового моніторингу Землі, що обумовлено необхідністю, як отримати дані, так і унаочнити результати свого дослідження.

Безумовно розвиток навички командної роботи має на меті, окрім розподілення ролей у досягненні спільної мети, навчити учнів визначати, обговорювати та вирішувати конфліктні ситуації, делегувати обов'язки і нести персональну відповідальність за спільні результати проєкту.

Формування навички критичного мислення через аналіз супутникових знімків обумовлена можливістю використання даних з першоджерела інформації – супутникового знімка. Ці дані позбавлені впливу маніпуляцій і пропаганди, що сьогодні є надзвичайно важливою умовою роботи з інформацією для нашої країни, яка в тому числі перебуває в умовах інформаційної війни. Також супутникові знімки можна розглядати як інструмент для перевірки інформації. Наприклад учні можуть перевірити

інформацію про площу знищення лісових насаджень в наслідок стихійних пожеж, яку подають ЗМІ і яку можна дешифрувати за супутниковими знімками. Оскільки у відкритому доступі можна знайти супутникові знімки за майже 40 років на будь-яку територію нашої планети, це створює важливі передумови для вивчення контексту теми дослідження, тобто історичних передумов. Наприклад наслідки меліораційних заходів для екосистеми з ціллю використання земель під сільськогосподарські угіддя. Одним з найважливіших результатів, які на нашу думку, може мати використання даних ДЗЗ в освітньому процесі є усвідомлення впливу людини на навколишнє середовище через спостереження за змінами в часі. Зокрема розуміння зв'язків між діями людей та їх впливом на навколишнє середовище. Наприклад як розбудова міста Києва змінює території лісових насаджень, що спричиняє підвищенню забрудненості атмосферного повітря. Формування в учнів такого системного мислення тісно переплітається з формуванням критичного мислення. Це відточує навичку до комплексної оцінки наслідків своїх дій та прийнятих рішень.

Креативність – та навичка, яка передбачає творче опрацювання даних супутникового моніторингу Землі, тобто використання нових підходів до аналізу геоданих з метою отримання нестандартних рішень. Супутникові знімки дозволяють отримати майже одночасні дані на великі території (регіони, країни, континенти тощо) у поєднанні з польовими дослідженнями це створює передумови «побачити» глобальні процеси, такі як переміщення повітряних мас, рух циклонів, зміни течій в океанах тощо, тобто дані які важко зібрати у польових умовах, особливо учням. Унікальність супутникових знімків полягає також в тому, що за їх допомогою ми можемо зафіксувати реальний стан географічної оболонки у певному проміжку часу. Наприклад, супутникове знімання території Гостомельського військового аеропорту станом на 26 лютого 2022 року в комбінації каналів короткохвильового інфрачервоного випромінювання дозволяє побачити відкритий вогонь, який охопив цю територію в наслідок активний військових

дій. В той час як супутниковий знімок за 21 лютого 2022 – цієї ж території це останнє свідчення як виглядала ця місцевість до повномасштабної фази російсько-української війни у глобальному вимірі (науковці можуть використовувати фотознімки, аерофотознімки тощо, проте вони не можуть охопити настільки великі території огляду, як супутникові знімки). Одним з аспектів у роботі із супутниковими знімками, які передбачають необхідність креативного підходу – це робота з діапазонами електромагнітного спектру в якому проводиться знімання (комбінації каналів, індекси, скрипти тощо). Тобто, креативність – необхідна навичка для створення нових алгоритмів обробки інформації, аби виділити на знімку досліджувані процеси чи явища. Креативність важлива складова у використанні машинного навчання в аналізі супутникових знімків, зокрема з ціллю розробки моделей нейронних мереж для автоматичного виявлення об'єктів, класифікації місцевості. Іншими словами, креативність - здатність мислити та працювати не за стандартами, а створювати нове. Це те, що поки відрізняє людину від штучного інтелекту.

Отже, використання супутникових знімків в освітньому процесі дозволяє впливати на м'які навички учня: критичне мислення, креативність, командну роботу та креативність.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ IV

Описано впровадження ІОС з основ ДЗЗ, як багатоаспектне явище; окреслено роль та місце ІТ в освітньому процесі, зокрема технологій ДЗЗ у вивченні наук про Землю; визначено організаційно-педагогічні умови, принципи, напрямки та критерії впровадження моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ; окреслено технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, зокрема форми, методи, дидактичне та методичне забезпечення; описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в практику регіональних осередків Малої академії наук України, що впливає на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів.

Обґрунтовано, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем, зокрема з позиції – користі для суспільства, ми розглянули екологічний, економічний, суспільний, політичний та науковий аспекти, і з позиції впливу на освітній процес вплив на: доступність (дані ДЗЗ є відкритими для усіх, хто має доступ до мережі Інтернет), міждисциплінарність (використання технологій ДЗЗ сприяє розвитку міждисциплінарності освітнього процесу, оскільки включає елементи з різних наукових та технічних галузей, таких як географія, екологія, фізика, інформатика, історія, математика тощо), глобальність (дані ДЗЗ покривають усю планету (враховуючи певні часові та технічні обмеження), підвищення мотивації (оскільки учні мають можливість самостійно аналізувати дані про стан території їх проживання чи території інтересу та практично застосовувати дані у власних спостереженнях чи дослідженнях), розвиток критичного мислення (оскільки учні використовують реальні, об'єктивні дані з першоджерела та досліджують різні аспекти природних явищ, учні можуть самостійно перевіряти інформацію, яку знаходять у ЗМІ чи соціальних мережах, за допомогою супутникових знімків.) та STEM-освіту (оскільки дає можливість учням отримувати практичний досвід з

використання сучасних інформаційних технологій та наукових методів у дослідженнях, застосовуючи усі галузі знань, що входять у STEM).

Окреслено, що ІТ мають революційний вплив на науку загалом і на цикл наук про Землю, які мають складний та унікальний для цієї галузі набір ІТ, зокрема технології – ГІС та ДЗЗ.

Описано передумови (згрупуванні у блоки: нормативні, суспільні та особистісні) та організаційно-педагогічні умовами (створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження) впровадження авторської моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Окреслено, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ має бути побудовано на принципах: науковості, системності, доступності, самостійності, наочності, зв'язку навчання з життям, індивідуального підходу до учня.

Визначено, що ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ доцільно згрупувати у два блоки критеріїв теоретичний (розробку дидактико-методичного блоку) і практичний (динаміка дослідницької компетентності учнів (педагогічний експеримент), професійне зростання педагогічних працівників (педагогічний експеримент) та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ»). Дослідницьку компетентність учнів ми досліджуємо через ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний компоненти. Ціннісно-мотиваційний компонент складається з показників: дослідження зацікавленості у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ в дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні інструментів ГІС та ДЗЗ для саморозвитку. Когнітивно-дослідницький компонент складається з таких показників: дослідження базових знань з основ ДЗЗ та ГІС; проведення досліджень з використанням даних супутникового моніторингу Землі;

використання можливостей ГІС середовищ для обробки, аналізу та візуального представлення результатів дослідження. Процесуально-рефлексивний компонент складається з таких показників: оприлюднення результатів своїх досліджень, власне захисту результатів дослідження участь у конкурсах, заходах, проєктах та конференціях, рефлексія та самоаналіз результатів. Професійне зростання педагогічних працівників ми досліджуємо через такі критерії: суб'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ; об'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ та суб'єктивну оцінку можливостей впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес закладу, де працює освітянин

Окреслено напрями реалізації моделі ІОС з основ ДЗЗ, які ми згрупували в організаційні, методичні, підвищення кваліфікації освітян, заходи для учнів, співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями.

Описано технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в структурі МАНУ через форми освітнього процесу згруповані за критеріями: взаємодії суб'єктів освітнього процесу (очна і дистанційна); кількості залучених учнів (індивідуальна, групова та колективна робота); інтерактивності: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо). Методи освітнього процесу: дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність. До дидактичного забезпечення ми відносимо технічні (ПК, під'єднання до мережі Інтернет, відеокамери, тощо) та інформаційні ресурси (веб-платформи, хмарні сервіси, програмні забезпечення тощо, зокрема Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA тощо) до методичного забезпечення – трирівневу методику «Основи дистанційного зондування Землі».

Описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в практику регіональних осередків МАНУ зокрема через створення та розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, зокрема м.

Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини. У 2022 році, перший рік роботи секції «ГІС та ДЗЗ» на III етапі конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ, учні з 11 територіальних відділень брали участь у роботі секції на Всеукраїнському етапі. У 2023 їх кількість зросла до 16.

У курсах для освітян, які організовані в рамках дослідження, брали участь працівники МАНУ, викладачі закладів вищої освіти і наукових установ з: м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини, Луганщини, Донеччини, Херсонщини, Івано-Франківщини, Запоріжжя, Одещини, Чернігівщини, Черкащини.

Описано вплив впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів. Цінність супутникових знімків зводиться до об'єктивності, відкритості та можливості бачити глобальну картину певних процесів та явищ. Використання даних із супутникових знімків в дослідницькій діяльності учнів ми розглядаємо як інструмент, який допомагає отримати, опрацювати та проаналізувати інформацію з першоджерела, а отже впливає на формування дослідницької компетентності. Описано, як процес пошуку, обробки та аналізу інформації із супутникових знімків впливає на формування навичок 4К (комунікація (communication), командна робота (collaboration), критичне мислення (critical thinking), креативність (creativity)).

Основні наукові положення розділу 4 висвітлено в опублікованих працях автора [21, 22, 23, 24, 25, 267, 268, 269, 270].

РОЗДІЛ V. ЕФЕКТИВНІСТЬ УПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ АВТОРСЬКОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ В РОЗВИТКУ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Загальна гіпотеза дослідження. Впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ як окремий науковий напрям вивчення природничо-наукових дисциплін, можливий за певних умов, зокрема, освітній процес має бути побудований з врахуванням:

1. освітніх підходів: компетентнісного, системного, діяльнісного, міждисциплінарного;
2. організаційно-педагогічних умов: створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій, зокрема ГІС та ДЗЗ, як інструментів дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження;
3. етапів впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ;
4. структурних компонентів та зв'язків, які відображені в авторській моделі інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ.

5.1. Результативність етапів впровадження моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України

Впровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ почалося 2017 року. З етапу зародження ідеї популяризувати використання даних супутникового моніторингу Землі серед учнів МАНУ. Впровадження

авторської ІОС з основ ДЗЗ ми описуємо через етапи впровадження освітньо-наукової інновації (детальніше в п 2.1.).

Отже, згідно визначених десяти етапів, розглянемо процес та результати впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ.

Перший етап «Виявлення суперечності» між ідеальними (еталонним, тим до якого потрібно прагнути) та реальними умовами використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ. За основу результатів цього етапу ми брали найбільш відомі освітні практики впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес і на основі досвіду інших країн з різною формою підтримки (державна, грантова тощо).

Велика Британія. Однією з перших згадок про важливість застосування супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі у вигляді наукової статті («Remote Sensing in Secondary School Geography: the Place of Landsat MSS») ми знайшли у журналі «Geography» за 1985 рік [284]. Де зазначається, що не зважаючи на широкі можливості застосування супутникових знімків Landsat в освітньому процесі шкіл Великобританії, це впровадження відбувається повільно. Проте застосування супутникового моніторингу під час вивчення географії у декількох курсах, продемонструвало позитивний вплив на освітні результати, особливо під час створення карт та дослідженні природних феноменів. У статті зазначається п'ять причин для застосування даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі шкіл, зокрема:

1. Учні позитивно сприймають використання супутникових знімків у навчанні, особливо у дослідженні знайомих їм територій.
2. Масштаб знімків дозволяє широко вивчати регіональні зв'язки. Що може стосуватися як вивчення окремих узагальнюючих тем (пустелі, льодовики тощо) так і територій (Африка, Південна Америка тощо).
3. Оскільки Landsat може робити знімки однієї і тієї ж території через певний період учні можуть їх порівнювати і досліджувати зміни, що відбуваються на земній поверхні.
4. Оскільки дані із супутникового знімка Landsat зберігаються у

кількісному форматі, то можна створювати та оновлювати просторово-прив'язану інформацію у виглядів архівів.

5. Супутникові знімки в освітньому процесі можна порівнювати з паперовими картами, планами, атласами тощо.

У статті представлено вісім можливих ресурсів, які містять знімки Landsat і їх можна використати в освітньому процесі, зокрема: підручники, атласи, набори слайдів, пакети супутникових зображень, відео фільми, постери, календарі та оригінальні негативи [284].

Німеччина. FIS - це німецька аббревіатура від повної назви проєкту «Дистанційне зондування в школах» («Remote Sensing in Schools» (FIS = German acronym)). Реалізацією ідей проєкту FIS опікується Географічний інститут Боннського університету (Geographic Institute of Bonn University) спільно з закладами загальної середньої освіти, за фінансування Німецького аерокосмічного центру (DLR) та Федерального міністерства економіки та технологій Німеччини (BMWi). Задля найбільш комфортного та результативного впровадження ДЗЗ в шкільну освіту, в рамках програми FIS, було розроблені цифрові навчальні матеріали, які можна використовувати без встановлення програм на свій ПК, а зокрема розроблені на базі функціоналу Flash plug-in (<https://www.fis.uni-bonn.de/en/node/22>). На офіційному сайті проєкту представлено детально розроблені заняття для школи з біології, географії, комп'ютерних наук, математики та фізики де використано інформацію із супутникових знімків. Значні успіхи впровадження ДЗЗ в освіту Німеччини описано в роботах [411].

Польща. У статті «Міждисциплінарне навчання з використанням супутникових знімків як спосіб впровадження дистанційного зондування в середній школі» (Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School) польських науковців з Медичного коледжу Ягелонського університету та Центру космічних досліджень Польської академії наук описується проєкт “Colors of Earth” [299], що об'єднав знання з різних предметів та дозволив продемонструвати їх

практичне застосування. Освітній зміст проєкту мав прямі зв'язки з основними навчальними програмами школи, зокрема: географією (аналіз земельного покриття навколо школи), фізикою (електромагнітні хвилі), інформаційно-комунікаційними технологіями (використання цифрових даних та програмного забезпечення) та біологією (людський зір). До цього проєкту було залучено 39 викладачів середніх шкіл та 184 школярів (К-9 та К-10) протягом літнього семестру 2019/2020 навчального року. Вчителі, які брали участь у проєкті, викладали такі предмети: географію (9), біологію (8), хімію (4), фізику (9), математику (5) та інформатику (4). Через обмеження в наслідок пандемії COVID-19 освітня діяльність проводилася дистанційно з використанням мережі Інтернет. Учасники мали можливість заздалегідь отримати доступ до підготовлених даних та програмного забезпечення. Усі учасники були волонтерами з різних польських шкіл. Після заняття були зібрані думки викладачів та студентів щодо проєкту. Опитування вчителів проводилося з використанням чотирьох основних питань: 1) Яка ваша думка щодо проєкту? Думаєте, це може бути цікаво учням в школі? 2) Як ви вважаєте, чи можна реалізувати цей проєкт у школі? На які труднощі при цьому ви очікуєте? 3) Які, на вашу думку, переваги та недоліки проєкту? 4) Чи можуть такі типи проєктів вплинути на інтереси та вибір учнів щодо подальшого вибору навчання?. Щодо першого питання 92% вчителів зауважили, що проєкт був цікавим і може бути цікавим для подальшого масштабування в освітніх закладах. Щодо другого питання: усі вчителі погодилися, що проєкт можна або навіть слід імплементувати в школі. Однак майже половина з них запропонували його як додаткові заняття, а не під час звичайного уроку. Загалом 15 учителів зазначили, що наявність комп'ютера може бути проблемою, особливо коли весь клас буде працювати за ними. Чверть з них висловили стурбованість тим, що їм доведеться заздалегідь витратити багато часу на підготовку до опанування програмного забезпечення. Вони припустили, що підготовка детальних інструкцій для учнів заздалегідь зробить їхню роботу простішою та комфортнішою.

Відповіді на третє питання розділилися таким чином: позитивними сторонами проєкту було те, що учасники працювали з реальними даними (87%), могли коригувати проєкт відповідно до регіонів та інтересу (79%), учні могли створити свій власний колір (тобто комібнувати діапазони електромагнітного спектру в якому знімає супутник) карти (64%) та поєднувати знання з різних предметів (49%). Цікаво, що кілька (18%) вчителів відзначили останній момент як складність проєкту, запит про додаткові освітні матеріали для себе був найпоширенішим недоліком проєкту, про який згадували 64% вчителів. Щодо останнього питання вчителям: «Чи можуть такі проєкти вплинути на майбутню кар'єру та напрямки навчання учнів?». У відповідях 24 учителів було припущення, що це може залежати від профілю класу та предметів, з якими вони прагнуть поєднати свою кар'єру. Вчителі вважали, що такий проєкт нічого не змінить для учня, який приєднався до біологічно-хімічного класу з наміром у майбутньому вивчати медицину, але це може змінити решту класу. Це особливо правильно, оскільки старшокласник знає лише кілька популярних професій, таких як будівельник, архітектор або геодезист, і не знає багатьох інших. Найповніша відповідь на це питання надійшла від вчителя математики: «Нам обов'язково потрібно розширити кругозір учнів. Вони зазвичай замислюються про те, щоб навчатись звичним професіям: вони знають лише деякі з найпопулярніших галузей. Будь -яка діяльність, як ця, показує їм щось нове і може надихнути хоча б деяких із учнів. Звичайно, далеко не кожен пов'яже майбутньою професією з дистанційним зондуванням Землі, але кожен побачить, що воно існує, а це вже багато» [299].

Чехія-Німеччина-Естонія-Швейцарія. Проєкт «YCHANGE». Метою Міжнародного проєкту «YCHANGE» – «Молоді вчені як дослідники змін - студенти оцінюють екологічні зміни в Європі за допомогою технологій цифрового простору» (Young Scientists as Change Explorers – Students Evaluating Environmental Change in Europe with Digital Space Technologies) було підвищити компетентність вчителів та учнів у роботі з супутниковими

знімками а також допомогти учням використовувати супутникові знімки, щоб дізнатися про взаємодію людини з навколишнім середовищем та навчити моніторити зміни навколишнього середовища. У цьому дворічному проєкті спільно працювали дослідники з Талліннського університету (Естонія), Карлового університету в Празі (Чехія), Гайдельберзького університету освіти (Німеччина) та Школи освіти FHNW (Швейцарія). Вагома частина питань на які мала дати відповідь участь у проєкті “YCHANGE” стосувалися самооцінки компетентностей вчителів з різних країн учасників, зокрема: якими компетентностями володіють вчителі перед початком навчання, з їхньої точки зору? чи впливає на їх рівень компетентностей з якої країни учасники проєкту і те якою мовою розмовляють, зокрема в Швейцарських кантонах. Чи вплинула участь у проєкті, на їх оцінку власних компетентностей в галузі ДЗЗ. Як вчителі бачать навчальну програму, приклади проєктів, учнівські проєкти, веб -платформу та ефективність освітнього процесу із застосуванням даних ДЗЗ? Більшість учасників з усіх країн, що брали участь у проєкті, зазначили, що вони не знали абсолютно нічого, або майже нічого про можливості застосування супутникових знімків в освітньому процесі. Компетентність учасників, щодо аналізу екологічних змін була в середньому низькою, незважаючи на те, що зміни навколишнього середовища є центральною частиною географічної освіти. Проте неочікувані цифри, щодо самооцінки компетентностей організатори отримали після курсів для вчителів, зокрема: деякі учасники зі Швейцарії фактично повідомили про зниження рівня своїх компетенції в галузі ДЗЗ після тренінгового заходу порівняно з тим, що відбувалося до початку заходу, можливо, це відбулося внаслідок усвідомлення масштабності можливостей ДЗЗ, про які вони дізналися власне з тренінгу. У Німеччині 100% вчителів вважали, що вони покращили свій рівень компетентностей після освітнього курсу, 100% респондентів вказали на підвищення здатності самостійно використовувати супутникові знімки, 85,7% використовувати їх у освітньому процесі яким опікуються, 100% аналізувати зміни навколишнього

середовища. Також організатори проєкту аналізували відкриті коментарі учасників, зокрема один з них: «Google Планета Земля це програмне забезпечення дуже цікаве, але я нічого не дізнався під час уроку про дистанційне зондування Землі», що свідчить про нерозуміння учасником проєкту, що в основі програми Google Планета Земля покладено аналіз супутникових знімків. Онлайн-опитувальники з деяких із цих курсів мають досить низьку якість через невеликий розмір вибірки, але демонструють певне покращення щодо компетентностей, що оцінюються самостійно кожним вчителем. В цілому, матеріали YCHANGE та навчальні заходи, були оцінені позитивно більшістю учасників проєкту [385].

США. Проєкт «GLOBE» від НАСА. Окрім вище розглянутих країн, використання ДЗЗ як інструмента для викладу навчальних тем природничого напрямку у початкових класах (учнів другого та третього класів) США описано в роботі [258]. Це дослідження показало, що для застосування ДЗЗ в освіті надзвичайно важливо мати доступні адекватні та відповідні ресурси, а також ефективне сприяння.

Також ефективність використання ДЗЗ в освіті Італії [260] та Греції описана в роботах [264] зокрема при дослідженні наслідків змін клімату.

Такий досвід впровадження даних супутникового моніторингу Землі в освітній процес в інших країнах та міжнародних проєктах, ми порівняли з українськими реаліями, де впровадженням даних супутникового моніторингу Землі є «точковим» і дотичним (проєкт від NASA «Sally Ride EarthKAM», участь українських закладів освіти у програмі від «GLOBE» від NASA, секція «ГІС у географії» Київської МАН) займалися науковці в рамках діяльності Малої академії наук України.

Другий етап «Зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності». Цей етап передбачав окреслення технічних передумов розроблення ІОС з основ ДЗЗ, зокрема вибір хмарних сервісів, які надають можливість аналізувати дані ДЗЗ за відкритим кодом. Важливим компонентом, який дозволив сформулювати і структурувати ідею було оприлюднення

Європейським космічним агентством хмарного сервісу EO Browser, який має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та містить супутникові дані спостереження за Землею з 1972, місії Landsat 1, до актуальних даних, місії Sentinel-2, і що головне, надає відкриті дані з базовою можливістю обробки і аналізу даних. Також визначено, що ефективними для освітнього процесу МАНУ можуть стати сервіси Google Earth Pro та WorldView.

Наступні етапи на практиці мають досить умовний поділ з огляду на те, що розробка, апробація та впровадження відбувалося одночасно декількох освітніх комплексів і їх структурних компонентів.

Третій етап «Розробка інновації». На цьому етапі передбачалося зрозуміти практичну готовність освітян використовувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі. Для того, аби вчителі мали опцію сформулювати уявлення про таку можливість, ми підготували курс «Основи ДЗЗ» із трьох лекцій і трьох практичних, який розрахований на 15 годин і складався з таких тем: Ознайомлення з «EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)»; «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)». Ці практичні роботи згодом увійшли в робочий зошит комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування».

Четвертий етап «Апробація інновації». З 2017 рік по 2019 рік ми провели комплекс семінарів серед освітян міста Києва, завдяки залученню районних управлінь освіти столиці. На цьому етапі було залучено 193 вчителів здебільшого географії, екології, історії та біології. Курс проводився окремо для освітян кожного з районів міста Києва в очному форматі. Заняття проводилися у комп'ютерних класах, де вчителі окрім теорії могли самостійно опанувати функціонал хмарного сервісу EO Browser, який ми описували у курсі.

П'ятий етап «Перевірка ефективності інновації». На цьому етапі ми аналізували анкети освітян одразу після занять за критеріями: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі. Важливим завданням для нашого дослідження було зібрати відгуки від освітян, про користь інструментів ГІС та ДЗЗ для закладів освіти в яких вони викладають, в чому вони вбачають складність використання цих інструментів, що ми можемо зробити, аби допомогти вирішити чи зменшити цю складність. Мета яку ми переслідували складалася з двох компонентів: перша, перевірити гіпотезу, що більшість вчителів, в тому числі природничих спеціальностей мали низький рівень обізнаності з технологіями ГІС та ДЗЗ, якщо ця гіпотеза підтверджується, то аби сформувати спільноту тих з ким можна проводити подальшу розробку і апробацію методики, потрібно було ознайомити з уже існуючими можливостями, які надає Європейське космічне агентство і НАСА у використанні даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі; друга, зрозуміти запити освітян, а саме які теми і в якому форматі вони би хотіли навчитися досліджувати за допомогою ГІС та ДЗЗ. Загалом складність досягнення самої мети полягала у тому, що вчителі мало знайомі з інструментами ГІС та ДЗЗ, тому не використовують їх в освітньому процесі й не розуміють можливості, які створюють ці технології для підвищення ефективності освітнього процесу.

Шостий етап «Корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу». На цьому етапі ми розробляли модель авторської ІОС з основ ДЗЗ «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ» з відповідними блоками-модулями та комплексами із врахуванням результатів попереднього етапу. Також на цьому етапі ми уклали дидактико-методичне забезпечення та умови для реалізації організаційно-процесуального блоку.

Сьомий етап «Масштабування». На цьому етапі відбувалася реалізація організаційно-процесуальний блоку (детальніше про результати впровадження блоку у пункті 3.1.). Курси для освітян, які мали на меті ознайомити освітянську спільноту із методикою використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі, мотивувати та надати необхідні знання та навички, аби учасники курсів потенційно змогли очолити секції «ГІС та ДЗЗ» в територіальних відділеннях МАНУ, організувати педагогічне та наукове керівництво учнівськими роботами в секції «ГІС та ДЗЗ». Для учнів було організовано такі заходи: Міжнародна та Всеукраїнська літні школи з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екогляд», та Всеукраїнський конкурс «Save Спадок». Цей етап створив передумови для розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ. На цьому етапі відбувалася перевірка ефективності упровадження моделі авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в розвитку Малої академії наук України за допомогою педагогічного експерименту (детальніше у пункті 5.2 та 5.3).

Восьмий етап «Перевірка ефективності інновації у масштабуванні». На цьому етапі ми проводили дослідження як модель ІОС з основ ДЗЗ видозмінюється та розширюється в наслідок масштабування у чотирнадцяти територіальних відділеннях Малої академії наук України. Зокрема у Сумському та Львівському територіальних відділеннях організували регіональні літні школи з основ ДЗЗ. У 2023 році до Національного центру «Мала академія наук України» офіційно звернулися директори (див Додаток Ц) шести територіальних відділень за допомогою в технічному оснащенні комп'ютерних класів, оскільки кількість учнів, які навчаються в секції «ГІС та ДЗЗ» перевищує технічні можливості цих закладів. Тобто розвиток ІОС з основ ДЗЗ обмежений технічними можливостями закладу. Технічне оснащення було надано за проєктом «Підтримка наукової освіти в Україні».

Дев'ятий етап «Удосконалення інновації». Зараз ІОС з основ ДЗЗ перебуває між попереднім і цим етапом. Зокрема теперішні напрями

удосконалення: переклад українською мовою функціоналу хмарного сервісу Європейського космічного агентства – Copernicus Browser, апробація та укладання в комплексу «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», організація курсів за темами «Радарні технології в ГІС» та «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online». А також в рамках нашого дослідження ми створюємо умови для реалізації перспективних напрямів розвитку авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому просторі МАНУ (детальніше у пункті 5.4)

Десятий етап «Органічна інтеграція або стагнація». В своїй діяльності ми прагнемо, аби елементи ІОС з основ ДЗЗ органічно інтегрувалися в освітній процес не лише в МАНУ, але й закладах загальної середньої освіти, тобто використовувалися не як додатковий компонент до змісту, а як засіб підвищення ефективності освітнього процесу (разом з іншими засобами: паперовими типами карт, фізичними моделями рельєфу, цифрові моделі рельєфу тощо).

Отже ми окреслили результативність десяти етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ як освітньо-наукової інновації.

5.2. Динаміка розвитку дослідницької компетентності учня

Формування дослідницької компетентності учнів секції «ГІС та ДЗЗ», ми моніторили в процесі цього дослідження через участь учнів у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ у 2022 році (додаток Ч). Додатково ми опрацьовували опитувальники до та після участі учнів (які брали участь у формульовальному етапі) у Всеукраїнських конкурсах «Екопогляд» та «Save Спадок», а також відкриті дані, щодо результатів конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

У дослідженні взяли участь 286 учнів (141 в формульовальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив

під час реєстрації учнів на Всеукраїнську літню школу з основ ДЗЗ у 2019 році. Цей етап мав на меті сформуванню розуміння про зацікавленість учнів у вивченні технологій ГІС та ДЗЗ, визначити які теми досліджень цікавлять учнів і як дані ДЗЗ можуть підвищити якість та підсилити наукову новизну учнівських досліджень (Додаток Ч.1, О) та відібрати учнів для участі у КГ та ЕГ.

Основними завданнями констатувального етапу педагогічного дослідження, який тривав протягом 2017-2019 років, були:

- проаналізувати стан розробки проблеми дослідження у науковометодичній, психолого-педагогічній літературі та у практиці навчання у закладах загальної середньої та позашкільної освіти в Україні та закордоном;

- визначити рівень зацікавленості та готовність учнів до ознайомлення з ресурсами та використання даних ДЗЗ у вивченні природничих дисциплін та у дослідницькій діяльності;

- виявити запити учнів, щодо можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в їх дослідницькій діяльності.

Відповіді на питання опитувальника розділилися наступним чином: *«Чи підвищує ваше зацікавлення у вивченні природничих дисциплін використання ІТ?»*, більшість (74%) вказали, що впливає, 19% вказали свій варіант, більшість відповідей зводилися до того, що залежить від теми і власне типу ІТ, 7% – обрали відповідь «ні». Наступне питання *«Чи використовують під час вивчення природничих дисциплін супутникові знімки у вашому закладі освіти?»* більшість учнів (96%) вказали що «ні», 4% – свій варіант, узагальнюючи відповіді учні зазначали, що використовують як спосіб візуалізації актуальної ситуації, щодо якогось процесу чи явища на земній поверхні, і як порівняння супутникового знімку з картографічним матеріалом. На питання *«Чи користувалися ви коли-небудь геоінформаційними системами (ГІС)?»* більшість респондентів вказали, що «ні» (78%), «так, регулярно» (3%), «так, але нечасто» (19%). Наступне

питання уточнююче щодо попереднього: *«Якщо так, які приклади зі свого повсякденного життя ви можете навести щодо використання ГІС»*, більшість назвала Google Maps (пошук локацій, корки на дорогах, прокладання маршруту тощо), сервіси моніторингу таксі та карти, що пов'язані з моніторингом метеорологічних показників (погода, онлайн карти моніторингу забруднення повітря тощо). Питання *«Чи чули ви коли-небудь про використання даних з дистанційного зондування у наукових дослідженнях?»* передбачало потенційне розуміння ролі даних ДЗЗ в дослідницькій діяльності, більшість учнів відповіли «так, але не часто зустрічаюся з такими дослідженнями» (71%), «так, цікавлюся цією темою» (26%), ні, ніколи не чув(ла) про це (3%). Зауважимо, що такий високий показник учнів, які зустрічалися із науковими дослідженнями, де використовуються дані ДЗЗ, обумовлене тим, що учні, які реєструвалися на заходи уже мають певне зацікавлення в цій темі і передбачають, що можуть поглибити свої знання беручи участь у цих проєктах. Вважаємо за очевидне, що ми би отримали відмінні результати проводячи таке ж тестування у класах закладів загальної середньої освіти, і навіть через рік після повномасштабного військового вторгнення в нашу країну, коли супутникові знімки масово використовуються ЗМІ для моніторингу театру бойових дій та наслідків терористичних атак в нашій країні. На питання *«Чи б хотіли ви дізнатися більше про використання даних ДЗЗ у вивченні природничих дисциплін?»* 84% відповіли «так, цікаво дізнатися більше», 16% «можливо, потрібно додаткова інформація, аби розуміти потенційний ефект практичного використання цих знань». Наступне питання *«Які конкретні аспекти використання технологій ГІС та ДЗЗ вам здаються найбільш корисними?»* більшість учнів (61%) вказали «моніторинг та прогнозування кліматичних змін», 12% – «вивчення географічного розподілу антропогенного навантаження на природу», 7% – «аналіз змін у природних середовищах», 20% - вказали на «свій варіант», який зводився до тих тематик, які учні уже досліджували у рамках участі у конкурсі-захисті науково-дослідницьких

робіт МАНУ у минулі роки, тобто учні шукали інструментарій як підсилити і покращити свої дослідження. Наступне питання *«Як ви гадаєте використання даних ДЗЗ може підвищити якість та підсилити наукову новизну дослідницьких робіт учнів в рамках Малої академії наук України?»* націлене саме для визначення ролі та користі даних ДЗЗ для учнівських досліджень, більшість (84%) учнів вказали – «так», 8% – «можливо», 8% – «свій варіант», який зводився до певних умов: якщо дані будуть на територію дослідження, якщо їх якість буде достатньою для моніторингу невеликих за площею ділянок, якщо буде розуміння алгоритмів обробки даних і відповідно можна аргументувати їх ефективність та валідність тощо. Наступне питання *«Чи бажали б ви взяти участь у поглибленому навчанні щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ у вивченні процесів та явищ на земній поверхні?»* більшість учнів (96%) обрали відповідь – «так, бажаю взяти участь у навчанні», 4% – «можливо, залежить від доступності часу та ресурсів», відповідей «ні» – не було. Заключне питання анкети *«Що на вашу думку найскладніше у вивченні технологій ГІС та ДЗЗ»* більшість учнів (54%) відповіли «важко зрозуміти, як застосовувати ці технології для розв'язання конкретних завдань, або проблем», 31% – «треба добре володіти ІТ, знати програмування», 4% – «комерційна складова використання цих технологій», 3% – «необхідно мати глибокі знання географії та картографії», 8% – «аби працювати в сервісах ДЗЗ треба добре знати англійську мову», цей варіант обрали відносно багато учасників оскільки, більшість учнів розуміє, що ресурси ДЗЗ та ГІС мають англійськомовний інтерфейс, відповідно професійна термінологія, навіть для тих учнів, які мають достатній рівень, аби спілкуватися англійською вільно, можуть мати ряд труднощів з їх розумінням та використанням.

За результатами цієї частини констатувального етапу ми підтвердили необхідність розроблення та системного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Учні виявляють стійкий інтерес у використанні ІТ в освітньому процесі, оскільки технології уже є невід'ємною частиною нашого

життя, разом з тим їх інтеграція все більше посилюється. Теми, які учні досліджували чи хотіли би досліджувати за даними супутникового моніторингу Землі стосуються вивчення: гідрології, глобальних змін клімату, кліматології, геології, ландшафтознавства, геоморфології та надзвичайних ситуацій. Одним із компонентів, які учні визначили як найважче до проведення досліджень у галузі науки про Землю є окреслення наукової новизни та особистого внеску дослідника. Використання технологій ГІС та ДЗЗ можуть підсилити ці компоненти учнівських досліджень.

Друга частина опитування мала на меті відібрати учнів у контрольних груп (КГ) та експериментальних груп (ЕК), враховуючи вимоги ідентичності та рівних стартових умов для валідності результатів експерименту, аби учнів було поділено на дві групи, приблизно з однаковими рівнями сформованості знань щодо можливостей використання технології ГІС та ДЗЗ (Додаток П).

Окрім того ми брали до уваги досвід дослідницької діяльності учнів, зокрема, під час реєстрації учнів на заходи, ми ставили питання *«Чи брали ви участь в конкурсі-захисті науково-дослідницьких проєктів Малої академії наук України?»*. Більш ширше питання: чи маєте ви досвід участі у дослідницькій діяльності могло би не дати потрібного ефекту, оскільки не зрозуміло, які проєкти могли мати на увазі учні, які вимоги до дослідницької роботи в цих проєктах. У випадку з вимогами до робіт МАНУ ці питання стають неактуальними, оскільки етапи конкурсу, вимоги до роботи і факторно-критеріальна модель оцінки дослідження оприлюдненні на сайті і також це один з найбільших конкурсів дослідницьких робіт в Україні.

Отже, відповідь на питання була така 68,1% учасників вказали, що брали участь в конкурсі-захисті науково-дослідницьких проєктів МАНУ.

Важливим додатком до цього питання є те, що в реєстраційній анкеті ми уточнювали в учнів їх статус в Малій академії наук України. Згідно пункту 4.2 Наказу Міністерства освіти і науки України № 90 від 9 лютого 2006 року, таких статуси є три: слухачі, кандидати в члени або дійсні члени:

- «слухачами малої академії наук учнівської молоді можуть бути учні загальноосвітніх, професійно-технічних навчальних закладів різних типів, студенти вищих навчальних закладів I-II рівнів акредитації, які проводять дослідницьку, пошукову та експериментальну роботу з різних проблем науки, техніки, мистецтва.

- кандидатами в члени малої академії наук учнівської молоді можуть стати учні, які навчаються в гуртках, групах та інших творчих об'єднаннях основного рівня.

- дійсними членами малої академії наук учнівської молоді можуть стати кандидати у члени малої академії наук учнівської молоді, які навчаються в гуртках, групах або інших творчих об'єднаннях вищого рівня».

Отже, дійсних членів було 17,96%, кандидатів у дійсні члени - 34,3%, решту- слухачі. Тобто в загальному мінімум кожен другий хто реєструвався на проєкт уже мав досвід проведення, оформлення та захисту дослідницьких робіт в МАНУ.

Наступним запитанням, яке продовжує логіку попереднього *«В якій секції конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України? Ви брали участь»*. Оскільки дослідницька робота передбачає багато індивідуальної праці, теми і секції в яких проводили і захищали свої дослідження дуже відрізняються, від журналістики до аерофізики, тому для аналізу ми вирішили їх згрупувати за відділеннями. Отже, з тих учнів, які зазначили, що є дійсними членами МАНУ і брали участь у конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ 64,3% учнів захищали роботи у відділенні «Наук про Землю», 26,3% зазначили, що захищали роботи у відділенні «Екологія», решту - у відділенні «Фізика та астрономія», «Біологія», «Хімія», «Економіка», «Українська мова та література». У 2022 році, рік, коли секція «ГІС та ДЗЗ» вперше була відкрита на III етапі конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ 48% учасників вказали, що брали участь у різних етапах конкурсу-захисту в секції «ГІС та ДЗЗ», тобто вони розглядали участь у

проєкті, як можливість покращити свою дослідницьку роботу на наступний рік. Тому ми розділили учасників таким чином, щоб була однакова (відсоткова) кількість учнів в КГ та ЕГ, які брали участь у конкурсі-захисті науково-дослідницьких проєктів МАНУ, також була порівняно однакова кількість учнів дійсних членів та кандидатів у дійсні члени МАНУ.

Отже за результатами констатувального етапу експерименту, ми визначили, що учні мають бажання вивчати та опановувати технології ГІС та ДЗЗ для підвищення якості та підсилення наукової новизни дослідницьких робіт учнів в рамках МАНУ, проте таких навичок вони здебільшого не отримують в тих закладах освіти в яких навчаються.

Результати констатувального етапу експерименту дозволив нам удосконалити компоненти ІОС з основ ДЗЗ для умов МАНУ, зокрема: методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти. Визначити передумови та організаційно-педагогічні умови та етапи впровадження освітньо-наукової інновації впровадження ІОС з основ ДЗЗ для умов МАНУ. На наступному етапі ми перевіряли ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ для умов МАНУ через моніторинг дослідницької компетентності учнів секцій «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ.

У формульовальному етапі педагогічного експерименту взяли участь 141 учень: 73 у контрольній групі (учні МАНУ, які не брали участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року) та 68 в експериментальній (учні МАНУ, які брали участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року).

Основними завданнями формульовального етапу педагогічного дослідження, який тривав протягом 2022-2023 років, були:

- організація заходів: Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ (за результатами, якого проводилося дослідження формування дослідницької компетентності), розроблення дистанційного курсу до Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів – «Екопогляд», III етапу конкурсу захисту

науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», та Всеукраїнських конкурсів «Екопогляд» та «Save Спадок» з метою визначення рівня знань учнів до та після експерименту.

- організація процесу впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі Малої академії наук України;
- порівняльний аналіз рівнів сформованості дослідницької компетентності учнів в КГ і ЕГ після участі заходах, інтерв'ювання за результатами участі у вищезгаданих конкурсах.

Таблиця 3

Розподіл учнів КГ і ЕГ за рівнем знань до експерименту

Бали	Рівень	КГ (73)		ЕГ (68)	
		Кількість учнів	Відсоткове відношення	Кількість учнів	Відсоткове відношення
28-42	високий	19	26,02	18	26,47
13-27	середній	40	54,79	37	54,41
0-12	низький	14	19,17	13	19,11

З отриманих даних можемо зробити висновок, що рівень знань учнів в КГ та ЕГ є приблизно однаковим, оскільки найбільша різниця у відсотковому співвідношенні між групами складає 0,13% у середній групі, окрім того в групах ЕГ та КГ була приблизно однакова кількість переможців та фіналістів Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів МАНУ.

Отже суть нашого дослідження у педагогічному експерименті на цьому етапі полягає у моніторингу дослідницької компетентності учня. Розвиток цієї компетентності передбачає ряд критеріїв та показників, які ми згрупували у три блоки (див пункт 4.2.3): ціннісно-мотиваційний критерій, містить три показника: сформованість інтересу до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні; прагнення до

самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ. Ці показники передбачають моніторинг зміни мотивації учня до проведення досліджень; пошуку нової та перевірки існуючої інформації за допомогою наукових методів; дослідження, які зміни відбулися у ціннісному аспекті: цінність пізнання, цінність творчості та креативності, цінність співпраці; моніторинг мотивів розвитку учня як дослідника: пізнавальний інтерес, мотивація до визнання успіху тощо.

Когнітивно-дослідницький критерій містить також три показника: знання з основ ДЗЗ та ГІС; рівень системності та самостійності проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на різних територіях інтересу; дослідження нового функціоналу та використання нових ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації результатів дослідження. Ці показники передбачають оцінку предметних знань та дослідницьких навичок. До першого відносяться ті знання, які учень здобуває в процесі навчання, зокрема фундаментальні основи супутникового моніторингу Землі та обробки геоданих в ГІС, а до другого власне правила, інструментарій та етапи проведення дослідження, зокрема як і де шукати літературу з теми дослідження, формулювання об'єкту, предмета, завдань та перевірка гіпотези дослідження тощо.

Процесуально-рефлексивний компонент також містить три показника: широке оприлюднення результатів своїх досліджень та успішне представлення результатів свого дослідження в освітніх заходах, літніх школах, конференціях тощо; успішний захист результатів свого дослідження на конкурсах; рефлексія та самоаналіз результатів. Ці показники передбачають оцінку власне проведення дослідження (практична реалізація знань щодо організації дослідницької діяльності); участь у заходах: проєктах, конкурсах та конференціях тощо, де учень має змогу презентувати результати свого дослідження, отримати відгук та рекомендації від фахівців в сфері свого дослідження та позмагатися з іншими учнями за призові місця у конкурсі; рефлексія та самоаналіз (здатність учня критично оцінити

результати свого дослідження, власний дослідницький прогрес, визначати можливі шляхи удосконалення та внесення корекцій у майбутні дослідження).

Результати формувального етапу експерименту дає змогу стверджувати, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості критеріїв дослідницької компетентності учнів у КГ та ЕГ.

Таблиця 4

Групи	Етапи експерименту	На початку експерименту, %			Після експерименту, %		
	Рівні	Низький	Середній	Високий	Низький	Середній	Високий
КГ	Ціннісно-мотиваційний	17.81	61.64	20.55	15.06	57.53	27.39
ЕГ		20.58	54.41	25	10.29	45.58	44.12
КГ	Когнітивно-дослідницький	16.43	60.27	23.28	6.84	68.49	24.65
ЕГ		16.17	60.29	23.53	8.83	48.53	42.67
КГ	Процесуально-рефлексивний	20.55	50.68	28.76	10.95	57.53	31.50
ЕГ		20.59	52.94	26.47	7.53	44.11	48.52

За результатами формувального етапу педагогічного експерименту визначено, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості дослідницької компетентності учнів у КГ та ЕГ, згідно визначених критеріїв. За ціннісно-мотиваційним критерієм кількість учнів в ЕГ з низьким рівнем знизилася на 10,29% (у КГ на 2,75%), середнім – знизилася на 8,83% (у КГ на 4,11%), з високим рівнем зросли на 19,12% (у КГ на 6,84%). За когнітивно-дослідницьким критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 7,36% (у КГ на 9,59%), з середнім рівнем знизився на 11,76% (у КГ зріс на 8,22%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 1,37%). За процесуально-рефлексивним критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 13,24% (у КГ на 9,58%), середнім рівнем знизилася на 8,82% (у КГ зріс на 6,85%), з високим зросла на 22,06% (у КГ на 2,74%). Отже після експерименту простежується загальна тенденція до збільшення кількості

учнів з високим рівнем в ЕГ та середнім рівнем в КГ, кількість учнів з низьким рівнем мають тенденцію до зменшення в обох групах. Візуальне, усереднене значення рівнів сформованості дослідницької компетентності учнів МАНУ подане у на рис. 48.

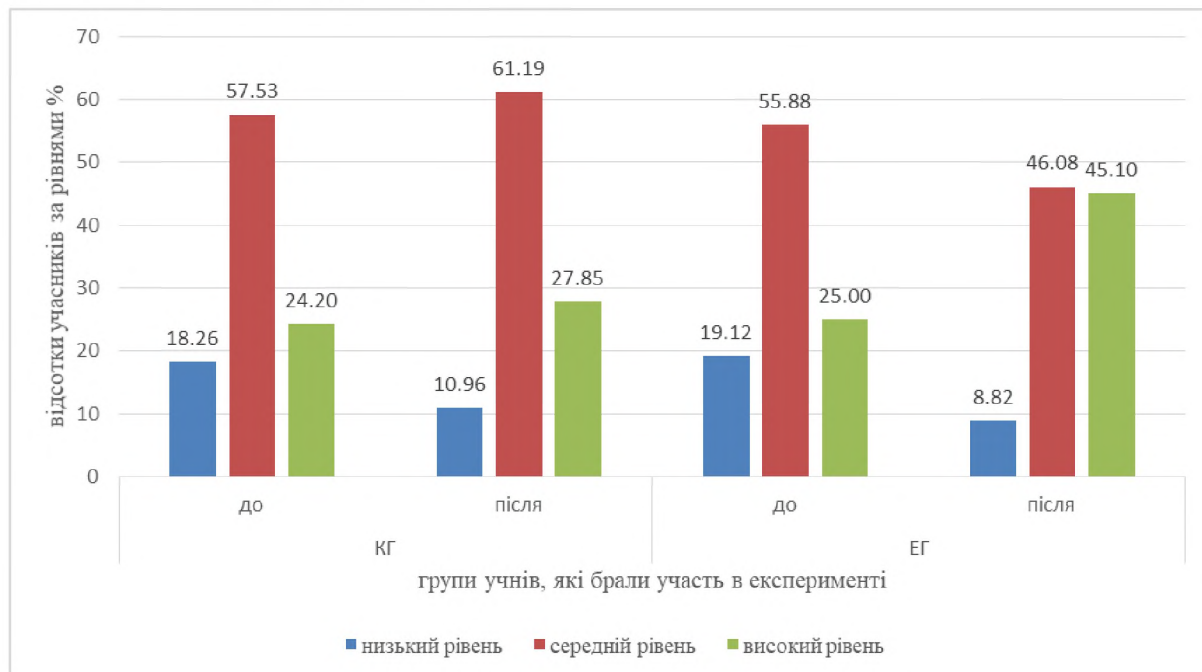


Рис. 48. Усереднене значення критеріїв за рівнями формування дослідницької компетентності учнів МАНУ у КГ та ЕГ після педагогічного експерименту (у %)

Для статистичного обґрунтування наявності відмінностей між результатами експерименту в учнів КГ та ЕГ за рівнями означених критеріїв скористаємося методом верифікації гіпотез за критерієм Стюдента для порівняння двох незалежних вибірок. Гіпотезу, що підлягає перевірці, визначають як нульову. Нульова гіпотеза (H_0) звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ учнів однакових завдань, спричиняється випадковими причинами. Альтернативна гіпотеза (H_1) звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ учнів однакових завдань, спричиняється не випадковими причинами.

Значення критерію Стюдента обчислюємо за формулою:

$$t = \frac{\bar{x} - \bar{y}}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_x^2 + (n_2 - 1)S_y^2}{n_1 + n_2 - 2}}} \times \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}} \quad (\text{Формула 1})$$

де, \bar{x} ; \bar{y} – вибіркові середні значення у ЕГ та КГ;

n_1 і n_2 – значення кількості учнів в ЕГ (n_1) та КГ (n_2) груп;

S_x^2 та S_y^2 – вибіркові дисперсії у ЕГ та КГ групах відповідно;

Вибіркові дисперсії визначені за формулою:

$$S^2 = \frac{1}{n - 1} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (\text{Формула 2})$$

де, n – кількість учнів у відповідних групах;

x_i – поточне вибіркове значення;

\bar{x} – вибіркове середнє значення.

За формулою отримано значення вибіркових дисперсій: $S_x^2=106,98$ та $S_y^2=79,69$

$$t = \frac{27.75 - 20.91}{\sqrt{\frac{(68-1)106,98 + (73-1)79,69}{68+73-2}}} \times \sqrt{\frac{68 \times 73}{68+73}} = 4,22$$

Для визначення теоретичного показника критерію Стюдента, визначимо кількість ступенів свободи, за формулою:

$$f = n_1 + n_2 - 2 \quad (\text{Формула 3})$$

За формулою визначаємо, що ступень свободи $f = 139$

Заданий рівень значущості критерію Стюдента $\alpha=0,01$. Згідно таблиці Стюдента [244] при кількості ступенів свободи $f=139$ і рівні значущості $\alpha=0,01$ граничне значення критерію Стюдента $t_{\text{теоретичне}}=2,616$. Отже, якщо $t_{\text{теоретичне}} < t_{\text{експериментальне}}$, то відкидається нульова гіпотеза. Таким чином виконується нерівність $t_{\text{теоретичне}}=2,616 < t_{\text{експериментальне}}=4,22$. Отже, гіпотеза про нерівність вибіркових середніх значень у КГ та ЕГ є суттєвою, і приймаємо за істину альтернативну гіпотезу.

Ціннісно-мотиваційний компонент

Ціннісно-мотиваційний компонент відіграє важливу роль у процесі учнівського дослідження, особливо на початку його проведення, оскільки виступає стимулюючим компонентом до роботи, та після завершення дослідження, оскільки результати успіху дають можливість укріпитися мотивації, або ситуація невдачі – зменшити мотивацію до продовження дослідження. Важливо також підкреслити, що ситуація і відчуття успіху має як внутрішній (суб'єктивний) так і зовнішній (об'єктивний) виміри, і не завжди вони співпадають. Учень який пройшов шлях, який проходять науковці – процес дослідження, пошуку та перевірки інформації, вбачає науку не лише як набір фактів та гіпотез, а роботу, яку пройшли велика кількість науковців, аби зрозуміти, описати, перевірити та постійно удосконалювати свою тему розвідки та свою галузь знань. Це формує ціннісну орієнтацію учня, не лише щодо результату, але й самого процесу дослідження, цінності наукового знання та об'єктивну необхідність і природну потребу розвивати науку задля підвищення якості життя суспільства.

Дослідження ціннісно-мотиваційного критерію учнів ми описуємо через участь учнів у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ. Отже для оцінки цього критерію ми розробили опитувальник зі шкалою оцінювання з визначеними рівнями, який представлений у додатку Р. Згідно результатів нашого дослідження максимальна кількість балів 12, відповіді учасників ми виразили за рівнями у відсотковому співвідношенні, до та після участі в заходах у КГ та ЕГ.

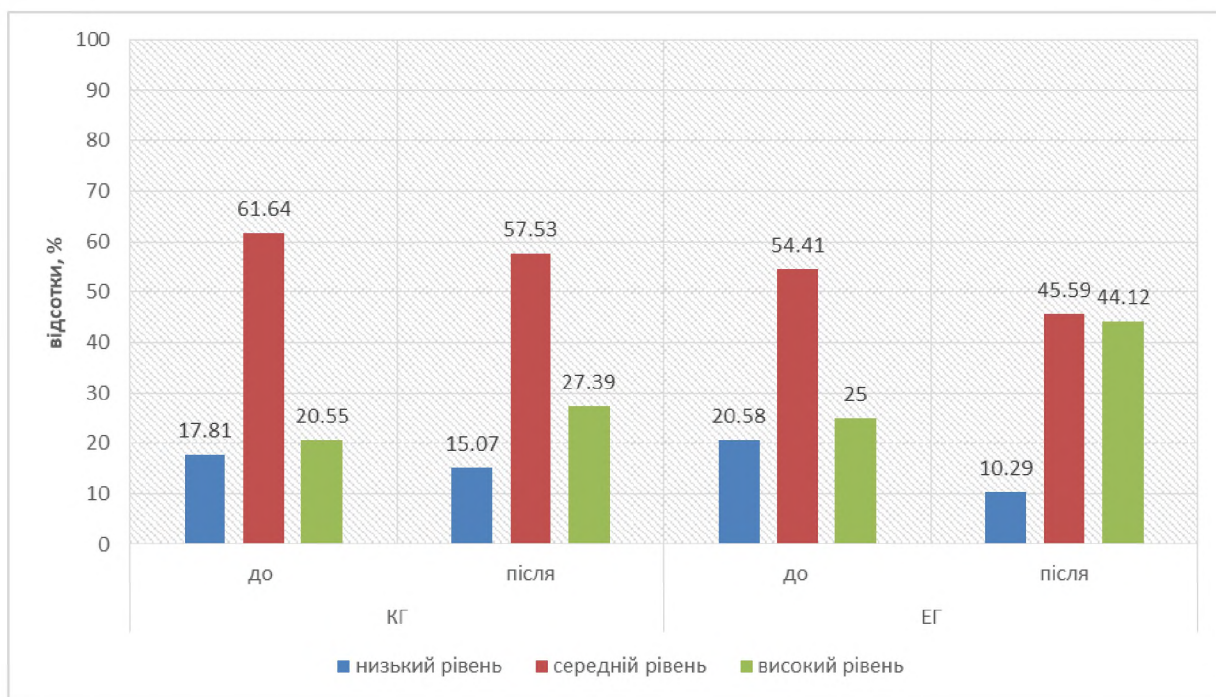


Рис. 49 Динаміка розвитку ціннісно-мотиваційного критерію дослідницької компетентності учнів в ЕГ і КГ

Отже бачимо, що співвідношення рівнів у КГ та ЕГ мають однакову тенденцію, проте відрізняються кількістю одиниць цих змін. У КГ після експерименту низький рівень зменшився на 2,74, середній зменшився на 4,64%, високий зріс на 6,84. У ЕГ за рахунок зменшення кількості учнів з низьким (на 10,27%) та середнім (на 8,82%) рівнем зросла кількість учнів з високим рівнем на 19,12%.

Когнітивно-дослідницький компонент

Когнітивно-дослідницький критерій займає ключову позицію у дослідницькій компетентності, оскільки поєднує власне набуття знань та навичок із дисципліни, зокрема супутникового моніторингу Землі та геоінформаційних систем, а також формує розуміння як учень ці знання застосовує у процесі власного дослідження, зокрема чи знає де знайти необхідні дані, як їх аналізувати для перевірки своєї гіпотези дослідження.

Для моніторингу когнітивного компоненту ми використали опитувальник зі шкалою оцінювання з визначеними рівнями, який представлений у додатку С. Згідно результатів нашого дослідження максимальна кількість балів 12, відповіді учасників ми виразили за рівнями у відсотковому співвідношенні, до та після участі в заходах у КГ та ЕГ. Результати опитування про суб'єктивне сприйняття власного прогресу учнями ми описували у пункті 3.1.2.

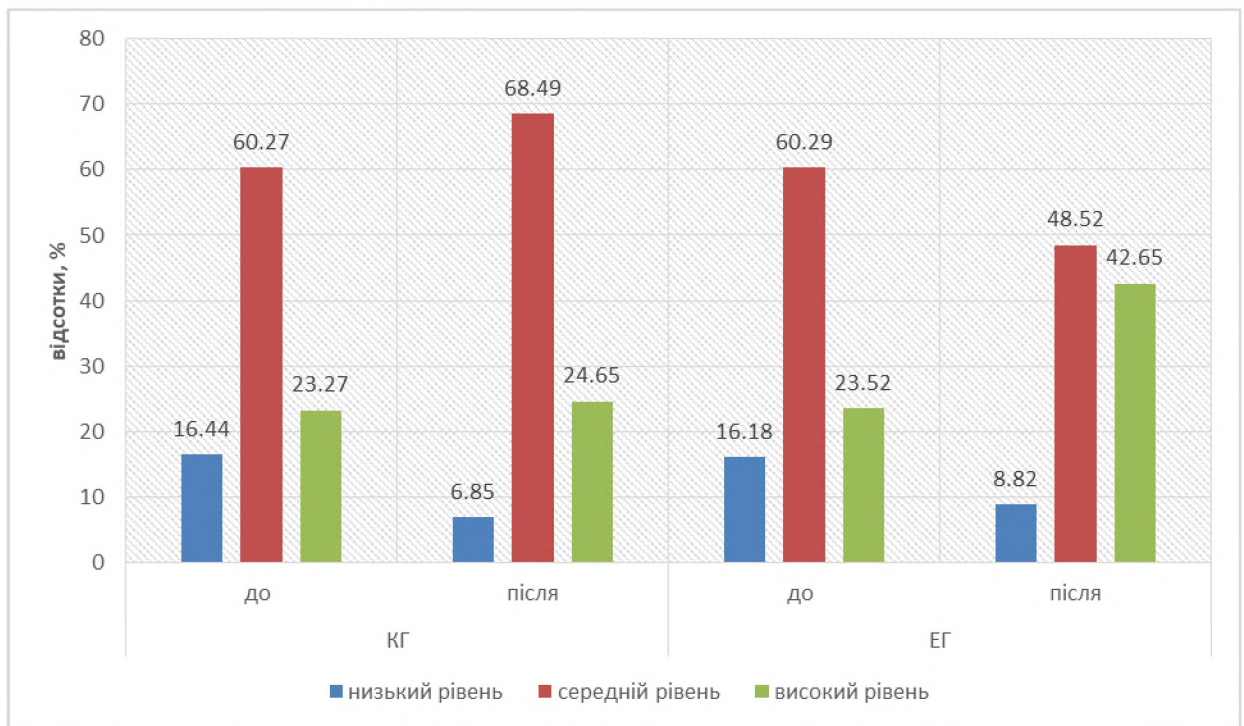


Рис. 50 Динаміка розвитку когнітивно-дослідницький критерію дослідницької компетентності учнів в ЕГ і КГ

У цьому пункті ми опишемо результати безпосередньої перевірки когнітивного компоненту в ЕГ. Отже перш за все, ми формулювали питання таким чином, аби відповідь на неї не була очевидною, а учень задумався над усіма з можливих варіантів відповідей, оскільки вони мають логічний зв'язок із запитанням і частково відображають відповідь. На перше запитання потрібно обрати правильну відповідь, яка б відображала суть дистанційного зондування Землі: «Дистанційне зондування Землі це:». Варіанти відповідей «вивчення об'єктів на дотик», «вивчення об'єктів не торкаючись їх» та «наука

про супутники Землі». Більшість учасників (72,2%) проєкту дали правильну відповідь: «вивчення об'єктів не торкаючись їх» - це головна ознака, яка закладена в суті слова «дистанційне», найбільш близька за суттю відповідь та «наука про супутники Землі» обрали 27,8% учасників, у ДЗЗ й справді частково вивчаються будова супутників, їх фізичні характеристики, а головне характеристики їх знімальної апаратури, проте це не є відмінною ознакою дисципліни, окрім того супутником Землі є також і Місяць, дисципліна ДЗЗ його не вивчає, для цього є окремі напрямки дистанційного зондування, наприклад дистанційне зондування Місяця, дистанційне зондування Марсу тощо.

Наступне питання «Які сучасні носії сенсорів ДЗЗ Ви знаєте? (Виберіть кілька варіантів)», відповіді, які запропоновані учасникам: «літаки», «пароплани», «дрони», «супутники», «повітряні кулі», «птахи». Учасник могли обрати декілька правильних відповідей. Суть питання полягає в тому, що усі ці носії в різний історичний час викорчувувалися для знімання місцевості, зокрема й птахи та повітряні кулі, проте учні мають надати як відповідь тільки сучасні носії. Протягом досліджуваного періоду проєкту усі (100%) учні, що супутники є носіями сенсорів супутникового моніторингу Землі, дещо менше 96,2% учасників обрали дрони, ще менше 88,5% вказали також що літаки є носіями. Загалом майже 90% учасників дали усі правильні відповіді, хоча під час проєкту ми працювали виключно із супутниковими знімками і лише побіжно розглядали в роботі аерофотознімання. Відповідь «пароплани», «повітряні кулі» та «птахи» не обрав жоден із учасників проєкту.

Питання «Який діапазон хвиль для видимого спектру?(нм)», зумовлене тим, що більшість учнів використовуючи супутникові знімки вперше на практиці знайомляться, як «працюють» діапазони електромагнітного випромінювання поза видимим спектром. Більшість учнів 94,4% учасників проєкту вказали вірну відповідь: 380 – 750 нм. Решту 5,6% учасників дали

відповідь 200 – 400 нм, що відповідає ультрафіолетовому діапазону, під час занять ми часто використовували його задач екологічних досліджень.

Однією з фундаментальних частин розуміння фізичних основ ДЗЗ є типи знімання: активне та пасивне. Під час проєкту ми більшою мірою працюємо з пасивними сенсорами, оскільки дешифрування їх знімків є навіть інтуїтивно зрозумілим, проте активне знімання має ряд переваг (знімання в хмарну погоду, вночі, окрім того що в Україні на сьогодні є лише один супутник який системно знімає та передає інформацію на станцію прийому для подальшої обробки, і він радіолокаційний, тобто має активний тип знімання). Отже питання звучало так *«Активні сенсори випромінюють свою власну енергію і вимірюють її відбиття від поверхні Землі. Пасивні сенсори фіксують енергію Сонця, яка відбивається від поверхні Землі»*, потрібно було обрати між варіантом «так» та «ні». Усі учасники надали правильну відповідь.

Наступне питання *«Чим вимірюється просторова розрізненість супутникового знімка?»* має на меті перевірити, чи засвоїли учні одну з найголовніших характеристик супутникового знімка – його детальність. варіантами відповідей були «метри/піксель», «моль/л», «моль/м²» та «біт», зокрема «моль/м²» ми використовували для обчислень шкідливих речовин в атмосферному повітрі за даними супутникового моніторингу Землі, а біти власне є одиницею вимірювання супутникового знімка, проте його радіометричного розрізнення, а не просторового. Проте учнів це питання, не збило з пантелику, 100% учасників правильно відповіли на питання.

Наступне питання також стосувалося характеристики супутникового знімка *«Час, який потрібен супутнику для того, щоб повторно зобразити ту саму область під тим самим кутом огляду називається»*, варіанти відповідей: «тиждень», «просторова розрізненість», «часова/ темпоральна розрізненість», «радіометрична розрізненість». Це питання виявилось дещо складнішим для учнів. 83,3% учасників вказали вірну відповідь «часова/ темпоральна розрізненість», 11,1% - тиждень, це можемо пов'язати з тим, що

ми найбільше працювали із супутниковими знімками Sentinel-2, де темпоральна розрізненість близька до тижня – 5 днів. 5,6% учнів обрали «просторова розрізненість».

Наступне питання про характеристики супутникового знімка ми обрали інший формат – у вигляді власне знімків (див. рис. 51). Отже питання звучало «На малюнку показано приклад:», варіанти відповідей: «розлив річки в різні пору року», «різна радіометрична розрізненість зображення», «різні індекси вегетації», «різна темпоральна розрізненість зображення». 61,1% учасників вказали вірну відповідь - «різна радіометрична розрізненість зображення», 27,8% - «різна темпоральна розрізненість зображення», по 5,6% на «розлив річки в різні пору року» та «різні індекси вегетації».

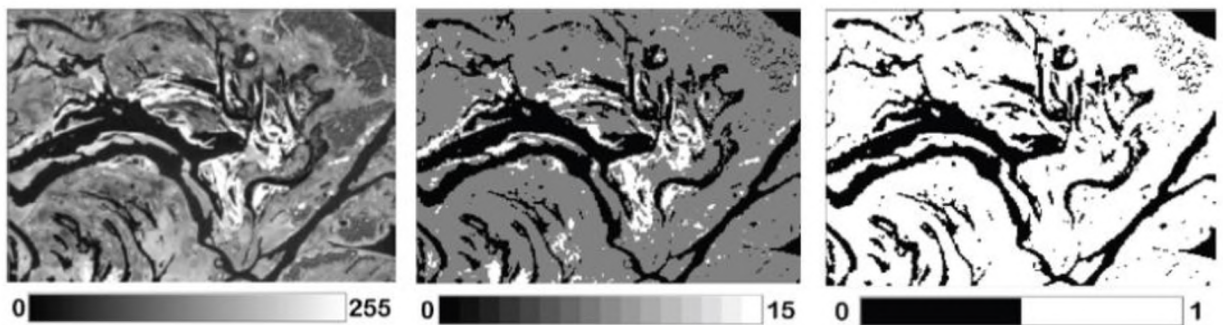


Рис. 51. Візуальний супровід до питання анкети про характеристики супутникового знімка

Питання, яке логічно пов'язано з попереднім питанням про видимий діапазон електромагнітного випромінювання, звучить: «Які кольори використовуються для зображення композиту «природні кольори»? (Вибрати усі правильні варіанти)». Тут учні також мали можливість обрати декілька варіантів, і показник 100% вказує на те, що ця відповідь була обрана усіма респондентами. Отже варіант «зелений» обрали 100% учасників, «червоний» та «синій» обрали по 72,2% учасників, тобто 72,2% учасників справилися із завданням, решта варіантів відповідей були неправильні, проте деякі учні їх обрали, зокрема, 22,2% учнів обрали варіант «інфра-червоний», 16,7% - білий, 33,3% - блакитний.

Наступне питання стосувалося одного з найбільш популярних у світі індексів ДЗЗ – вегетаційного індексу, зокрема питання звучало так «Нормалізований різницевий індекс рослинності це $(NIR - RED)/(NIR + RED)$ », і потрібно було обрати назву індекса, 66,7% учасників вказали вірно – NDVI, решта 33,3% сплутали його з індексом води – NDWI, іншими варіантами відповідей були «RGB» та «SWIR», їх не обрав жоден із учасників.

Одним із ресурсів, яким ми рекомендуємо знайомитися на початку роботи із даними супутникового моніторингу Землі є Google Earth Pro, який дає можливість працювати із знімками над детальним просторовим розрізненням та має деякі інструменти аналізу геоданих. Отже питання звучало: «Google Earth Pro має космічні знімки з детальністю 10 см», варіантами відповідей було «так», «ні». Суть питання в тому, що компанія Google через платформу Google Earth Pro надає знімки найвищою деталістю в 10 см на піксель, проте така точність не покриває усю планету, більшість знімків доступні у розрізненні 50 см на піксель, проте це значно краща деталізація ніж наприклад у Sentinel-2. Учні хоч і працювали з платформою Google Earth Pro, відповіді розділилися порівну (по 50%) між двома варіантами. Наступне питання «В Google Планета Земля можна побачити рельєф місцевості та візуалізувати його в 3-вимірному вигляді?», більшість учасників (88,9%) дали правильну відповідь - «так», решту відповіли – «ні».

Наступний блок питань стосувався платформи НАСА – Giovanni. Також безкоштовного сервісу, який надає можливість аналізувати як дані супутникового моніторингу Землі так і наземних спостережних станцій. Питання звучало: «Існує три способи означити територію інтересу в Giovanni (територія на яку буде проведено аналіз геоданих)»: введення координат, виділення території на карті, введення назви країни. Більшість учнів 94,4% - вказали, що «так», це правильна теза, 5,6% - вказали – «ні».

Питання «Якщо треба дослідити залежність NDVI від температури, то найбільш підходящим типом візуалізації буде». Учні могли обрати

відповіді: «анімація», «усереднена за часом карта», «карта кореляції» та «карта накопичення». Тут важливо звернути увагу на те, що необхідно обрати спосіб візуалізації, який покаже не динаміки процесу, а залежність між двома змінними. 66,7% учасників вказали правильно, що найкращим способом представити таку інформацію є карта кореляції, 22,2% - вказали, що варто використати анімацію, 11,1% - усереднену за часом карту, і жоден з учасників не обрав карту накопичення.

Наступне питання також на практичне розуміння інструментарію, звучить: *«Якщо треба визначити кількість опадів що випала на певній території протягом літа, то найбільш оптимальним типом візуалізації буде»*. Більшість учасників (44,4%) зазначили, що оптимальним рішенням буде використання інструменту «створення карти накопичення», що в цьому випадку це є правильною відповіддю, 33,3% учасників зазначили, що необхідно створити карту усереднену за часом, що не дасть можливості зрозуміти сумарну кількість опадів, але покаже де в середньому опадів більше, а де менше випало. Відповіді «карта кореляції» та «анімація» набрали по 11,1% відповідей учасників проекту.

Наступне питання стосувалося іншого сервісу від НАСА - Landsat Explorer, і звучало воно так: *«В Landsat Explorer, для виявлення змін між двома знімками використовують функцію»*. Варіанти відповідей: «Mask», «Swipe», «Change detection», «Renderer». Цей ресурс також надає можливість безкоштовно аналізувати супутникові знімки, проте має ряд переваг у першу чергу через свій інтуїтивно зрозумілий інтерфейс у порівнянні знімків для дослідження динаміки процесів та явищ. Більшість учасників 61,1% зазначили правильну відповідь - «Change detection», 33,3% - «Swipe», 5,6% - «Mask».

Підсумкове питання *«В якому сервісі є можливість створювати таймлапс анімації?»*. Це один з найбільш цікавих для учнів інструментів, оскільки дає можливість створити короткий відеоролик з динамікою процесу чи явища, який можна опублікувати, як в дослідницькій роботі так і в

соціальних мережах. Більшість учасників, 46,2% дали правильні відповіді - EO Browser та 34,6% - NASA WorldView, решта відповідей була не правильною: 15,6% - Google Earth Pro, 3,8% - Landsat Explorer. У процесі проєкту учні створювали анімацію у ресурсі EO Browser та NASA WorldView, щодо дослідження наслідків російсько-української війни на екологічний стан територій нашої країни.

Цей критерій, додатково до опитувальника ми перевіряли власне через практичну складову проєкту: створення дослідницької роботи, яку учні презентували та захищали на підсумковому занятті Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ. За критеріями: тема і її актуальність, об'єкт, предмет, гіпотеза дослідження, хід дослідження, перевірка гіпотези, висновки.

Таблиця 5

Таблиця перевірки наявності головних складових дослідницької роботи учасників Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ

Тема	Актуальність	Об'єкт	Предмет	Гіпотеза	Хід	Перевірка гіпотези	Висновки
Аналіз змін карстових озер в смт Солотвино	+	+		+	Google Earth Pro EO Browser	+	+
Вплив сміттєзвалищ на акваторію чорного моря	+	+		+	Google Earth Pro EO Browser, Giovanni	+	+
Дослідження впливу зміни температури на льодовики Антарктиди (на прикладі айсберга А-76)	+	+	+	+	Google Earth Pro EO Browser, Giovanni, WorldView	+	+
Приклади наслідків змін клімату з використанням супутникових даних	+	+	+	+	Google Earth Pro Giovanni, WorldView, Landsat Explorer	+	+
Супутниковий моніторинг якості атмосферного повітря для території України	+		+	+	EO Browser, Giovanni, WorldView	+	+
Дистанційний моніторинг зміни водойм України з космосу	+	+	+	+	Landsat Explorer, Google Earth Pro EO Browser, Giovanni, WorldView		
Моніторинг наслідків нелегального видобування бурштину на українському Поліссі	+		+	+	Landsat Explorer, Google Earth Pro EO Browser, Giovanni	+	+
Наслідки пожежі на Кінбурнському півострові за 2021-2022 рр.	+			+	Landsat Explorer, Google Earth Pro EO Browser,	+	+

Отже більшість учасників провели своє дослідження із врахуванням головних компонентів дослідницької роботи. По дві групи не вказали чітко предмет та об'єкт дослідження. Власне найбільшою проблемою для учнів усіх груп було сформулювати предмет та об'єкт дослідження, учні зверталися по допомогу до менторів проєкту у цьому питанні. Найбільш легким пунктом для усіх груп було описати актуальність та висновки дослідження. Більшість учнів опрацьовувало тему свого дослідження використовуючи функціонал та дані з більше ніж чотирьох платформ, що створює можливість порівняти і доповнити результати розвідки.

Процесуально-рефлексивний

Процесуально-рефлексивний критерій займає важливу позицію у дослідницькій компетентності, оскільки демонструє практичну реалізацію знань та навичок із основ ДЗЗ безпосередньо у власному дослідженні учня, як учень використовує геодані, процес і результат їх аналізу в ГІС та власне презентація дослідження перед журі конкурсів, на конференціях, симпозіумах тощо.

Для оцінки цього критерію ми розробили опитувальник зі шкалою оцінювання з визначеними рівнями, який представлений у додатку Т. Згідно результатів нашого дослідження максимальна кількість балів 12, відповіді учасників ми виразили за рівнями у відсотковому співвідношенні, до та після участі в заходах у КГ та ЕГ.

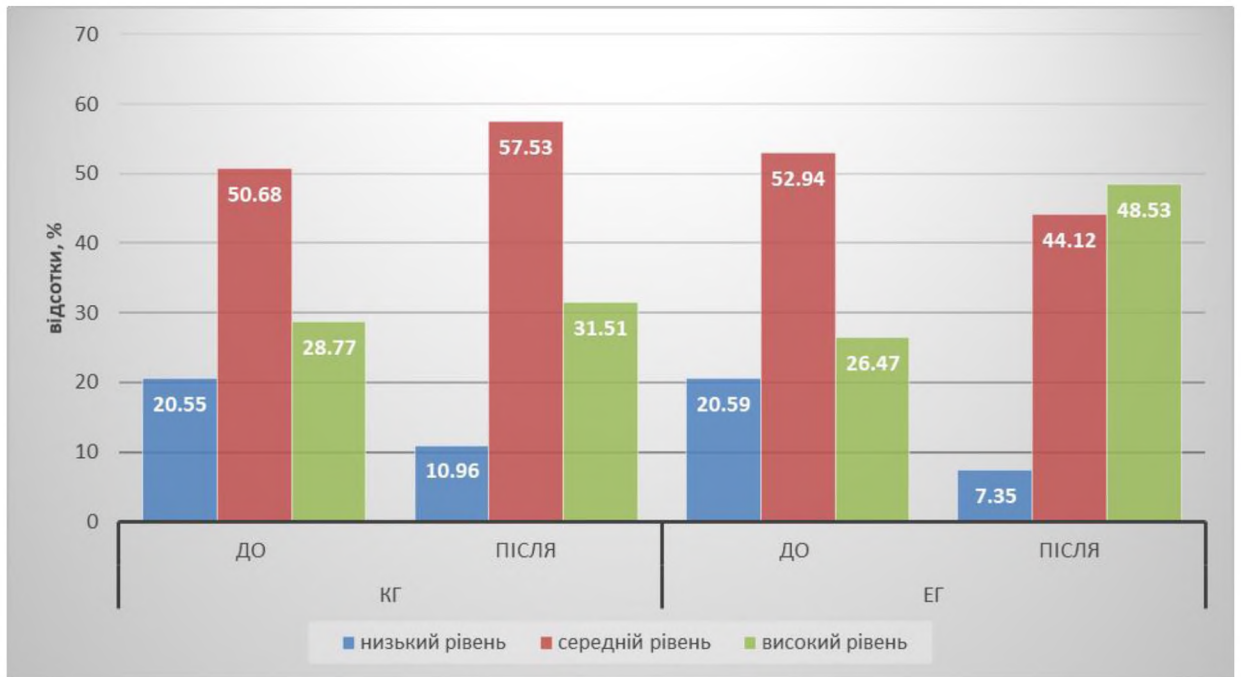


Рис. 52. Динаміка розвитку процесуально-рефлексивного критерію дослідницької компетентності учнів в ЕГ і КГ

Цей критерій нашого дослідження на нашу думку, варто дещо детальніше описати через науково-дослідницькі роботи учасників III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ». Оскільки у цих роботах найбільш повно розкрито етапи процесу дослідження, а також їх оцінювали незалежні члени журі.

Дослідницька робота більшою мірою спрямована на формування індивідуальної траєкторії освіти та персонального дослідження учня, тому ми вирішили подати інформацію в також розрізі інших проєктів. Зокрема розглянемо лише призерів III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України (які увійшли в ЕГ) у секції «ГІС та ДЗЗ» у 2022 та 2023 роках, які оприлюднені на офіційному сайті організації.

Таблиця . Учасні у III етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» у 2022 та 2023 роках, у інших проектах лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «Мала академія наук України»

ПІБ	Чи навчався/-лася у секції «ГІС та ДЗЗ»	Місце на III етапі	Брав/-ла участь у Всеукраїнському конкурсі «Екопогляд»	Брав/-ла участь у Всеукраїнському конкурсі «Save Спадок»	Брав/-ла участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ	Брав/-ла участь у Міжнародній літній школі з основ ДЗЗ
Семенюк Мілана	+	I (2022); I (2023)	2021, 2022, 2023		2022	
Ортинська Роксолана	+	II (2022)			2022	
Карпенко Іван	+	II (2022) III (2023)	2021, 2022		2022	2022
Бобридський Владислав	+	II (2023)				
Чиншова Софія	+	II (2023)				
Назарчук Мирослав	+	II (2023)				
Борисенко Олександра	+	III (2022) III (2023)	2022, 2023	2022, 2023	2022	
Руснак Анастасія	+	III (2022)				
Бобрицький Владислав	+	III (2022)				
Сидоренко Ірина	+	III (2023)				
Даниловська Надія	+	III (2023)				
Хлуп'янець Кирило	+	фіналіст 2022				
Сокирко Владислава	+	фіналістка 2022				
Веклюк Лаврентій	+	фіналіст 2022			2021	
Єршова Анастасія	+	фіналістка 2022, 2023	2023		2022	
Добош Анастасія	+	фіналістка 2022, 2023				
Величко Катерина	+	фіналістка 2022	2022			
Білоусова Каміла	+	фіналістка 2023				
Яворська Наталія	+	фіналістка 2023		2023	2023	2023
Гізун Ольга	+	фіналістка 2023				
Кисельов Ярослав	-	фіналіст 2023				
Пуденко Андрій	+	фіналіст 2023				

Як бачимо з вищенаведеної таблиці 21 з 22 учасників III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» у 2022 та 2023 роках навчалися у тих територіальних відділеннях, де офіційно працює секція «ГІС та ДЗЗ». Фіналісти Всеукраїнського конкурсу-захисту робіт МАНУ також брали участь у Всеукраїнському конкурсі «Екопогляд», зокрема призерка конкурсу окрім того, що виборювала перше місце на конкурсі-захисті МАНУ у 2022 та 2023 роках, також виборювала 1 місце на конкурсі «Екопогляд» у 2021 та 2023 роках та 2 місце у 2022 році. Таким чином серед 14 призерів 2022 та 2023 років Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ» 4 брали участь у інших проектах лабораторії. Щодо фіналістів, які не вибороли призового місця, їх кількість за 2022 та 2023 роки становить 13 учнів, чотири з яких брали участь у інших конкурсах та проектах, які організовує лабораторія. Вважаємо за важливе наголосити, що тут ми додатково описуємо і опрацьовуються результати фіналістів III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ», тобто учні уже мали досвід захисту своїх досліджень на обласному (II) та районному (I) етапах конкурсу, і відібрані як найкращі роботи серед учнів територіальних відділень МАНУ, де вони навчалися.

Розглянемо роботи тих учасників ЕГ, які протягом двох років беруть участь у III етапі конкурсу (тобто до (2022 р.) та після (2023 р.) участі у педагогічному експерименті), для того, аби промоніторити динаміку розвитку теми дослідження учня. Розглянемо роботу переможниці третього етапу конкурсу у секції «ГІС та ДЗЗ» у 2022 та 2023 роках - Семенюк Мілани Анатоліївни. Тема її наукового дослідження у 2022 році була «Оцінка температури земної поверхні за даними ДЗЗ на прикладі Ратнівської ТГ». Педагогічний керівник: Кошелюк Марія Василівна, учитель географії ліцею №1 смт Ратне ім. В. Газіна Ратнівської селищної ради; науковий керівник: Федонюк Микола Ананійович, доцент Луцького національного технічного

університету, кандидат географічних наук, керівник секції географії комунальної установи «Волинська обласна Мала академія наук».

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єктом дослідження є теплове поле території Ратнівської ТГ. Предметом – особливості розподілу та тенденції динаміки теплового поля території, закономірності впливу чинників, що їх визначають. Метою дослідження є виявлення відмінностей в розподілі поверхневої температури на території Ратнівської ТГ за даними ДЗЗ, обґрунтування їх причини, тенденції, можливості застосування для потреб моніторингу. Завдання: проаналізувати теоретичні та методологічні засади застосування методів ДЗЗ для моніторингу теплових полів території; дослідити особливості просторового розподілу поверхневої температури в межах Ратнівської ТГ в розрізі типових ділянок; провести ретроспективний моніторинг пожеж та їх наслідків у природних комплексах ТГ. Наукова новизна полягає в тому, що вперше виконана спроба моніторингу температури поверхні за даними ДЗЗ для території Ратнівської ТГ, проаналізовано відмінності в її розподілі, обґрунтовано їх причини, тенденції та можливості застосування для потреб оцінки стану довкілля і надзвичайних ситуацій. Опрацьовано, узагальнено й систематизовано існуючі та здійснено власні дослідження оцінки поверхневої температури за різні часові проміжки та територію цього ТГ. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що наведені в роботі факти, висновки і узагальнення можуть бути використані службою МНС у нових підходах до розвитку землеробства та лісівництва, при викладанні економічної і соціальної географії України та в позакласній роботі з метою зацікавлення дітей природою рідного краю.

Робота складалася зі вступу, трьох розділів (Вихідна база та методичні особливості проведення дослідження; Аналіз просторових відмінностей поверхневої температури в межах Ратнівської ТГ; Виявлення місць пожеж на території Ратнівської ТГ). Методологія дослідження складалася з двох етапів. На першому етапі учениця використала онлайн-сервіси: Land Viewer, EO-

Browser та Google Earth Pro. Зокрема, спочатку учениця у програмі Google Earth Pro створила контур Ратнівської територіальної громади та окремих ділянок, на яких проводилося дослідження (виділено болота, рілля, ліс, вирубки, найбільші водойми). Учениця зберегла контур Ратнівської територіальної громади у форматі kml; завантажила контур досліджуваної території у веб-сервіс Land Viewer у форматі полігону; вибрала сцену з потрібними характеристиками у меню застосунку (джерело: пасивні сенсори-день; часовий інтервал 19.01.2021-09.09.2021; хмарність 10-20%; сенсор Landsat-8); обрала із поданого списку відповідну до запиту сцену супутникового знімання; додала потрібний канал, зокрема, в онлайн-сервісі Land Viewer, цей канал називається Thermal Infrared; встановила поверхневу температуру на різноманітних ландшафтах досліджуваної місцевості за допомогою шкали температур використаного каналу.

За схожим принципом учениця працювала у веб-сервісі EO-Browser: завантажила контур Ратнівської громади у форматі .kml; ввела потрібні характеристики у розділі «Discover», а саме Landsat-8, хмарність 10-20%, часовий інтервал 19.01.2021-09.09.2021; Обрала відповідний до запиту космічний знімок; обрала канал «Thermal»; створила діаграми по температурах за 4 сезони з 19.01.2021 по 09.09.2021 із хмарністю до 20%.

Другий етап дослідження переможниці конкурсу полягав у порівнянні супутникових даних і з польовими дослідженнями. Для вимірювання поверхневої температури нашої місцевості та встановлення власних даних учениця застосувала безконтактний інфрачервоний пірометр Aheng-320. Він вимірює температуру предметів, середовища, повітря на відстані. Його зона огляду 12:1, тобто на відстані 12 м пляма вимірювання на об'єкті становитиме 1 м. Більшість (90% випадків) органічних матеріалів, пофарбованих чи окислених поверхонь, має коефіцієнт теплового випромінювання рівний 0,95, тому для дослідження цей показник попередньо був встановлений на приладі.

Вибрано ділянки для вимірювання, а саме безліса територія, ліс, рілля, болото, автомагістраль, вирубка. За допомогою пірометра виміряно

мінімальні, максимальні та середні температури поверхонь на цих ділянках у час знімання над цією територією супутника Landsat-8, тобто 6 січня 2021 року з 11:22 до 11:45 години. Виміряно температури на тих самих ділянках за супутниковими знімками у веб-сервісі Land Viewer. Порівняно дані із супутникових знімків та польових розвідок. Усі дані було узагальнено та систематизовано.

У 2023 році Семенюк Мілана Анатоліївна також виборола перше місце на першому та другому етапах у Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт МАН у секції «ГІС та ДЗЗ» у Волинському територіальному відділенні МАНУ. І також, виборола перше місце на третьому етапі конкурсу у секції «ГІС та ДЗЗ» з темою «Порівняльна оцінка змін у землекористуванні прикордоння України та Польщі засобами ДЗЗ». В учениці залишилися ті ж керівники, що і в 2022 році.

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єктом дослідження були земельні ресурси Ратнівської ТГ та Ленчинського повіту, предметом – особливості землекористування та тенденції динаміки структури земельних ресурсів на досліджуваних територіях, закономірності впливу чинників, що їх визначають. Метою дослідження було виявити зміни в землекористуванні прикордоння України та Польщі з 1930 по 2020 рік за даними ДЗЗ, обґрунтувати їх причини, тенденції, можливості застосування для потреб моніторингу. Завдання дослідження: визначити особливості ГІС та ДЗЗ технологій, що зумовлюють ефективність їх використання у вивченні питань землекористування та територіального планування; проаналізувати теоретичні та методологічні засади застосування методів ДЗЗ для виявлення динаміки землекористування; розробити алгоритм використання даних ГІС-ДЗЗ для моніторингу стану земель досліджуваних територій; дослідити особливості зміни структури земельних ресурсів у розрізі типових ділянок та проаналізувати їхні наслідки.

Наукова новизна дослідження полягала в тому, що вперше виконана спроба моніторингу землекористування на досліджуваних (прикордоння Польщі та України) територіях за даними ДЗЗ, проаналізовано відмінності в розподілі земельних ресурсів, обґрунтовано їх причини, тенденції та можливості застосування для прогнозу змін структури земель і як засобу виробництва в сільському, водному та лісовому господарствах.

Ученицею опрацьовано, узагальнено й систематизовано існуючі та здійснено власні дослідження змін в землекористуванні прикордоння України та Польщі за різні часові проміжки. Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що наведені в роботі факти, висновки та узагальнення можуть бути використані відділом землекористування, кадастру та екологічної безпеки Ратнівської ТГ в нових підходах до розвитку землеробства та лісівництва, при викладанні економічної й соціальної географії України та в позакласній роботі з метою зацікавлення дітей природою рідного краю. Структуру роботи складала вступ, три розділи (підходи до оцінки землекористування територій; методика проведення дослідження; результати проведеного дослідження), висновки, список використаних джерел, додатки. Методологія дослідження складалася з двох етапів: оцінка землекористування за картами 1930-х років та класифікація сучасних знімків для виявлення змін у землекористуванні.

На першому етапі ученицею було досліджено зміни у розподілі земельних ресурсів на досліджуваних територіях у 1930-х роках. За допомогою сайту igrek.amzr.pl, на якому було зібрано польські топографічні карти за різні періоди учениця використала великомасштабні карти 1:100000, скріпила 4 квадрати (Малорита, Дивин, Кримне, Ратне) для створення карти території Ратнівської ТГ 1930-х років, а також 3 квадрати (Łęczna, Rejowiec, Lublin) для створення карти Ленчинського повіту 1930-х років. Учениця створила контури досліджуваних територій у програмі Google Earth Pro; на сайті igrek.amzr.pl учениця знайшла ті карти, що підходили за роками, умовними позначеннями та місцезнаходженню об'єкта дослідження (це

карти аркушів Малорита 1933 1:100000, Дивин 1931 1:100000, Кримне 1933 1:1000000, Ратне 1931 1:100000, Łęczna 1938 1:100000, Rejowiec 1938 1:100000, Lublin 1936 1:100000); учениця схематично розкреслила порядок їх розміщення на папері та записала координати кожного квадрата; для накладання цих карт у програмі Google Earth Pro було обрізано їх по контуру в онлайн-редакторі; після цього розпочато роботу безпосередньо з програмою Google Earth Pro. Для початку знайдено потрібну область розташування там, де було накладено шари карт; Усі додані карти учениця відображала в «Мітках» ліворуч; для обчислення площі типових ділянок досліджуваних територій використано інструмент «Лінійка»; кожен об'єкт, виміряний за допомогою інструменту «Лінійка», зберігався ученицею як мітка; за допомогою математичного методу у програмі Excel обчислено загальну площу кожної типової ділянки на досліджуваній території. Таким способом обчислено площу с/г угідь, заболочених територій, водойм, лісів та населених пунктів прикордоння України та Польщі. Для обчислення території Ратнівщини було використано топографічні карти 1931 р. та 1933 р., а для території Ленчини – 1936р. та 1938р.

На другому етапі роботи учениця порівнювала зміни у землекористуванні на досліджуваних територіях у період з 2010 по 2020 рік. Для цього вона використала онлайн-сервіси з автоматичною класифікацією OSM Landuse Landcover, Global Land Cover, ArcGIS Online (Esri Land Cover), програму Google Earth Pro та публічну кадастрову карту України.

Для кількісної оцінки земельних ресурсів на території Ленчинського повіту застосовано онлайн-сервіс OSM Landuse Landcover. Зокрема, Ленчинський повіт було поділено на 7 частин (центральна, північна, південна, північно-східна, південно-східна, північно-західна, південно-західна) та проведено дослідження окремо за кожною з них; учениця порахувала площу земельних угідь за відсотковим складом від загальної площі досліджуваної частини для кожної з семи частин; за допомогою

математичного методу в програмі Excel обчислено загальну площу кожної типової ділянки на території всього повіту.

Оскільки детального розподілу земельних угідь на території України не відображено в сервісі OSM Landuse Landcover, то для кількісної оцінки землекористування на території Ратнівської ТГ було використано програму Google Earth Pro та знімки публічної кадастрової карти: створено рамки на знімку публічної кадастрової карти; накладено знімок у вигляді шару в програмі Google Earth Pro за допомогою стандартного алгоритму прив'язки за координатами; накладено контур Ратнівської ТГ на цей шар; для обчислення площі типових ділянок досліджуваних територій використано інструменти «Лінійка» та «Полігон»; за допомогою інструментів MS Excel обчислено загальну площу кожної типової ділянки на території всієї громади. Для порівняння змін на території Ратнівської громади з 2015 по 2019 рік учениця використала онлайн-сервіс автоматичної класифікації Global Land Cover: у налаштуваннях сервісу обрала параметр Single class forest, прозорість шару, рік; зберегла зображення для кожного з років; за допомогою порівняльного методу провела оцінку змін структури земельних ресурсів за цей період.

Також учениця використала онлайн-сервіс автоматичної класифікації ArcGIS Online (Esri Land Cover): у програмі Google Earth Pro зберегла контури Ратнівської ТГ та Ленчинського повіту у форматі kml; на сторінці <https://livingatlas.arcgis.com/landcover/> відкрила карту землекористування у MapViewer або MapViewerClassic та знайшла потрібну територію; у сервісі ArcGIS Online додала шар «Sentinel-2 10m Land Use/Land Cover Change from 2018 to 2021»; додала власні контури досліджуваної територій у форматі kml; зберегла отримані зображення та провела оцінку змін у землекористуванні за цей період за допомогою порівняльного методу. Учениця усі дані узагальнила та систематизувала, створила відповідні таблиці та діаграми.

Семенюк Мілана Анатоліївна окрім того, що перемогла на Всеукраїнському етапі конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-

членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ» також є призеркою і переможницею Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд», брала участь в учнівських олімпіадах з географії та математики, Всеукраїнському конкурсі екскурсивних музеїв навчальних закладів «Край, в якому я живу», Міжнародному конкурсі наукових проєктів екологічного спрямування «Genius Olympiad». Згідно з Наказом Міністерства освіти і науки України № 1312 «Про призначення стипендій Президента України 2023 року переможцям Всеукраїнських учнівських олімпіад з навчальних предметів та переможцям Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України» від 26 жовтня 2023 року, Мілана завдяки своїм успіхам у дослідницькій діяльності, в тому числі й у секції «ГІС та ДЗЗ», була одною із семи волинян, які удостоєні стипендії Президента України.

Ще один учень чия дослідницьку діяльність ми можемо простежити протягом 2022 та 2023 у секції «ГІС та ДЗЗ» – Карпенко Іван Олександрович. Він як і Мілана почав брати участь у конкурсі-захисті з 10 класу і у 2022 році виборов призове II місце, а у 2023 – призове III місце на Всеукраїнському етапі конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ».

У 2022 році тема роботи учня була: «Моніторинг фітосанітарного стану лісів Житомирської області за допомогою ДЗЗ». Педагогічним керівником роботи була Козубенко Людмила Олексіївна, вчитель географії гімназії № 172 «Нивки», вчитель-методист; науковим керівником учня був керівник секції «ГІС та ДЗЗ» Комунального позашкільного навчального закладу «Київська Мала академія наук учнівської молоді» – Голод Владислав Ігорьович.

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єкт дослідження – система моніторингу лісових ресурсів за допомогою технологій ДЗЗ; предмет дослідження – фітосанітарний стан лісових ресурсів Житомирської області. Мета роботи учня полягала у

теоретичному і практичному обґрунтуванні фітосанітарного стану лісових ресурсів Житомирської області за допомогою ДЗЗ. Основними завданнями були: теоретично обґрунтувати фітосанітарний стан лісових ресурсів Житомирської області; проаналізувати екологічні наслідки пошкоджених лісових ресурсів Житомирської області; практично дослідити фітосанітарний стан лісових ресурсів Житомирської області за допомогою ДЗЗ. Робота складалася із вступу, трьох розділів (Теоретичні основи дослідження фітосанітарного стану лісових ресурсів Житомирської області; Об'єкт та методика дослідження фітосанітарного стану лісових ресурсів Житомирщини; Дослідження фітосанітарного стану лісових ресурсів за допомогою ДЗЗ) та висновків.

Для дослідження поширень осередків усихання соснових лісів через ушкодження короїдами, учень вивчав дані у ДП «Ємільчинський ЛГ» та аналізував супутникові знімки за 2016-2021 роки. Учень оцінював динаміку площ осередків пошкоджених дерев через моніторинг уражених ділянок, площі вибіркового та суцільного санітарного рубок, а також площі лісових пожеж. Характеристику лісового фонду аналізували за базою даних лісовпорядкування станом на 2016-2020 роки. Дані супутникового моніторингу Землі взято із таких джерел як: Sentinel 2, Landsat, Google Earth Pro, EO Browser. Для класифікації лісу учень використав програмне забезпечення QuantumGIS та плагін «dzetsaka». Для аналізу статистичних показників стосовно площ осередків усихання дерев пошкоджених короїдом, проведення рубок та площ лісів пошкоджених пожежею був застосований програмний продукт Excel від Microsoft Office.

У 2023 році учень захищав дослідницьку роботу за темою «Моніторинг використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ». Науковим керівником роботи був: Лубський Микола Сергійович, старший науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій в ДЗЗ Центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України.

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єктом дослідження учень визначив систему моніторингу земельних ресурсів сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС/ДЗЗ технологій. Предметом дослідження було використання земель сільськогосподарського призначення. Метою дослідницької роботи було теоретично обґрунтувати та практично дослідити використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ. Основними завданнями дослідження були: охарактеризувати використання земель сільськогосподарського призначення; проаналізувати екологічні наслідки нерационального використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення; практично дослідити використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ. Робота складалася із вступу, трьох розділів (теоретичні основи дослідження земельних ресурсів України; об'єкт та методика дослідження земельних ресурсів сільськогосподарського призначення; дослідження використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ) та висновку.

Моніторинг раціонального використання земель сільськогосподарського призначення в Яготинській громаді Київської області проводився учнем шляхом аналізу супутникових знімків за 2016-2021 роки. Для аналізу сівозмін за 6 років були завантажені знімки Sentinel-2 L1C та L2A за 06.08.2016, 09.08.2017, 09.08.2018, 06.08.2019, 09.08.2020, 06.08.2021 роки за допомогою плагіна SCP в програмному забезпеченні Qgis з каналами B04, B08, B12. За допомогою сервісу EOS Crop Monitoring учень проаналізував посіви в Яготинській громаді Київської області за 2016-2021 роки. Для класифікації сільськогосподарських культур на полях учень використав програмне забезпечення Qgis та плагін SCP за допомогою алгоритму мінімальної відстані. Для аналізу дотримання сівозмін сільськогосподарських культур на території дослідження учень застосовував програмне забезпечення Excel від компанії Microsoft Office, зокрема для

побудови матриці сівозмін. Результати дослідницьких робіт учня були представлені на конференціях, круглих столах тощо.

Ще одна учениця, яка два роки поспіль виборювала право брати участь у III етапі Всеукраїнського конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» та отримувала за свою роботу призове третє місце – Борисенко Олександра.

У 2022 році тема роботи учениці була: «Дослідження геоекологічної ситуації озера Лебединське з використанням даних ДЗЗ та ГІС-технологій». Педагогічними керівниками роботи були: Вязова Тетяна Василівна, вчитель географії Лебединського закладу загальної середньої освіти I-III ступенів №7 та Авраменко Віта Василівна, керівник гуртка комунального закладу Сумської обласної ради – обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю.

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єкт дослідження учениця визначила озеро Лебединське (Лебедине), а предмет дослідження був геоекологічний стан озера Лебединське (Лебедине) з використанням ГІС/ДЗЗ- технологій. Метою дослідження було оцінити геоекологічний стан озера Лебединське (Лебедине) з використанням засобів ГІС/ДЗЗ. Виходячи з поставленої мети завданнями наукового дослідження було: проаналізувати статистичну та фондову літературу стосовно фізико-географічного положення території дослідження; дослідити особливості обробки та аналізу даних дистанційного зондування Землі; розкрити підходи щодо використання засобів ДЗЗ до оцінювання природно-антропогенних трансформацій озер (на прикладі озера Лебединське); проаналізувати геоекологічний стан озера Лебединське (Лебедине) з використанням методів ГІС та ДЗЗ.

Елементи наукової новизни учениця визначила у тому, що отримало подальший розвиток дослідження озера Лебединське як водно-болотного угіддя; встановлено геоекологічні особливості озера Лебединське шляхом використання геоінформаційних технологій та методів дистанційного

зондування Землі. Практичне значення дослідження полягає у тому, що матеріали науково-дослідницької роботи мають інтерес для студентів-географів, вчителів географії, а також учнів. Робота складається із вступу, трьох розділів (Загальна фізико-географічна характеристика району дослідження; Методи та методика наукового дослідження; Дослідження геоecологічної ситуації озера Лебедине з застосуванням методів ГІС та ДЗЗ) та висновку.

Для проведення моніторингу геоecологічної ситуації озера Лебединське (Лебедине) учениця використала наступні ресурси: Google Earth (Google Планета Земля) та EO Browser (використання супутникових знімків, отриманих із супутника Sentinel-2 L2A (17.09. 2018р., 21.09.2020р., 26.10.2021р.). Гістограми зволоженості території дослідження учениця створювала з використанням програмного забезпечення QGIS Desktop 3.16.11 та Giovanni NASA і за допомогою них проаналізувала динаміку зміни температури повітря, кількості опадів, окремі індекси забруднення атмосфери. Учениця у процесі своєї розвідки використала ряд індексів: Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), NDMI (Normalized Difference Moisture Index), NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) та NDBI (Normalized Difference Built-up Index).

Для оцінки кількості рослинності в межах району дослідження учениця використала багатоспектральні супутникові знімки. Зокрема використані різні індекси рослинності: NDVI (нормалізований диференційний індекс рослинності), WDVI (зважений диференціальний індекс вегетації), PVI (вертикальний індекс вегетації) та їхні похідні [13].

Аналіз особливостей рослинного покриву досліджуваної території проводився шляхом створення комбінації каналів B12, B8A, B04 (SWIR, Vegetation Red Edge, Red). Прибережні смуги водойм та здорова рослинність позначається яскраво-зеленим, більш посушливі райони – темно-зеленим кольором. Водна поверхня – це чорний колір.

У 2023 році учениця захищала дослідницьку роботу за темою «Динаміка зміни забудови міста Суми (за даними різночасових дистанційних знімків)». Педагогічні керівники роботи ті ж, що у 2022 році: Вязова Тетяна Василівна, вчитель географії Лебединського закладу загальної середньої освіти I-III ступенів №7 та Авраменко Віта Василівна, керівник гуртка комунального закладу Сумської обласної ради – обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитою молоддю.

У роботі наступним чином висвітлено такі головні компоненти дослідження: об'єктом дослідження учениця визначила місто Суми Сумської області, а предметом – забудова міста Суми Сумської області та його приміської зони за даними різночасових дистанційних знімків. Метою дослідження учениця зазначила вивчення особливостей забудови міста Суми та приміської зони з використанням даних ДЗЗ та технологій ГІС. Завданнями її дослідження було: проаналізувати статистичну та фондову літературу стосовно розвитку урбанізаційних процесів в Україні в цілому та території дослідження зокрема; дослідити особливості обробки та аналізу даних дистанційного зондування Землі у сфері дослідження забудови міст; провести комплексну оцінку забудови міста Суми та приміської зони у період з 1984 по 2022 рік з використанням даних дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій. Науковою новизною дослідження було те, що в роботі з'ясовано сучасні тенденції забудови міста Суми та приміської зони за даними різночасових дистанційних знімків, а також розраховано індекс забудови досліджуваної території, на основі аналізу City Highlights Script з використанням можливостей QGIS Desktop 3.26.3, також було проаналізовано особливості та динаміку змін землекористування м. Суми та приміської зони. Практичне значення дослідження полягало у тому, що матеріали дослідницької роботи можуть мати бути корисними для студентів-географів, вчителів географії та учнів. Результати можуть бути використані при вивченні курсу географії у закладах загальної середньої та позашкільної освіти. Також матеріали дослідження можуть бути використані науковцями

для проведення подальших досліджень. Робота складається із вступу, трьох розділів (Теоретико-методичні засади дослідження урбанізаційних процесів; Методи та методика наукового дослідження; Дослідження особливостей забудови міста Суми з використанням методів Дистанційного зондування Землі та Геоінформаційних систем) та висновку.

Для дослідження урбанізаційних процесів міста Суми учениця використала наступні ресурси: Google Earth Pro (Google Планета Земля), OpenStreetMap (OSM), Google My Maps, EO Browser, для аналізу світлового забруднення міста Суми та прилеглих територій учениця використала сервіс Light Pollution Map, QGIS Desktop 3.26.3, дані Global Human Settlement Layer – European Union. Учениця провела комплексну оцінку забудови міста Суми та приміської зони у період з 1984 по 2022 рік з використанням даних дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій. Визначила території найбільш інтенсивної багатоповерхової забудови та створила відповідні картосхеми. Так, у період 1985-2022 років площа забудови у місті Суми збільшилася на 3,65 км². У процесі наукового дослідження було проаналізовано низку індексів, що дозволило оцінити динаміку та особливості забудови м. Суми. Зокрема, визначено Normalized Difference Built-up Index для картографування міських земель; на основі скрипту City Highlights Script, використовуючи програмне забезпечення QGIS Desktop 3.26.3 було проаналізовано землекористування дослідженої території, класифіковано селітебну зону, дахи будинків, зону вегетації та інші урбанізовані території.

У 2022 та 2023 році Борисенко Олександра Валентинівна виборола перше місце на першому та другому етапах у Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ» у Сумському територіальному відділенні МАНУ. І також, виборола третє місце на Всеукраїнському етапі конкурсу «Екопогляд» у 2022 та 2023 роках. Та вийшла у фінал Всеукраїнського конкурсу «Save» у 2022 та 2023 роках. Також у 2022 році Борисенко Олександра за результатами міжнародного фіналу

«Genius Olympiad» виборола срібло у секції «Креативне письмо» за темою «Зникаюча перлина Лебединщини».

Також дві учениці: Єршова Анастасія Андріївна та Добош Анастасія Сергіївна брали участь у III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ» у 2022 та 2023 роках проте не вибороли призового місця на Всеукраїнському конкурсі.

Отже процесуально-рефлексивний компонент дослідницької компетентності ми розглянули через результати опитувальника Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ і на прикладі учасників проєкту, які також брали участь і вибороли призові місця Всеукраїнського етапу конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», які брали участь у 2022 та продовжили дослідницьку діяльність та знову вибороли призове місце у 2023 роках.

Формування навичок 4К в учнів

Навички 4К (критичне мислення, креативність, співпраця та комунікація) відіграють важливу роль у сучасній освіті, оскільки з одної сторони підсилюють персональні, людські сторони розвитку особистості, які на сьогодні не можливо замінити на технології, а з іншого формують ті навички, які будуть необхідні людині в майбутньому: в час стрімкого розвитку технологій індустрії 4.0. Протягом усіх проєктів, які ми організовували і описували в рамках провадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ спрямовували наші зусилля на розвиток та задіяння і в учнів і у вчителів цих навичок, проте в деяких проєктах ми окремо акцентували увагу на деяких з них і простежували тенденції (2021-2023 роки) у відповідях учнів.

Зокрема, розвиток навички критичного мислення ми перевіряли в учасників Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд». У реєстраційній анкеті ми запитували учнів про їх ставлення до критичної

оцінки інформації. Перше питання звучало так: *«Чи перевіряєте Ви інформацію, правдивість якої викликає у вас сумнів?»*. За період нашої розвідки: з 2021 по 2023 роки, простежується очевидна тенденція: частка учнів, які шукають шляхи перевірки інформації із засобів масової інформації та соціальних мереж, а також власне перевіряють її зростає з кожним роком, зокрема у 2021 році їх частка становила 71,7%, у 2022 році – 72,6%, а у 2023 – 74,8%. Частка учнів, яка довіряє інформації із засобів масової інформації та соціальних мереж і не перевіряє її, має не настільки очевидну тенденцію протягом досліджуваних років, проте їх часта дещо зменшується у 2023 році. Зокрема у 2021 році їх частка становила 8,5%, у 2022 – 9,3%, а 2023 року – зменшилася до 6,5%. Ще одним варіантом відповіді, який має велику частку відповідей було: *«довіряю лише деяким ресурсам, інформацію з яких не перевіряю»*, тут також є певна тенденція до зменшення частки учнів, які обирають цей варіант, зокрема у 2022 році таких учнів було 19,1%, у 2022 – 17,6% та у 2023 – 18,7%. Як бачимо найбільше змінилася частка учнів, які перевіряють інформацію із засобів масової інформації та соціальних мереж.

Наступне питання *«Якщо інформація (наприклад щодо наслідків повені чи масштабів пожежі), що опублікована у ЗМІ, та інформація яку ви бачите на супутниковому знімку NASA чи Європейського космічного агентства, суттєво різняться, тоді ви:»*, найбільша частка відповідей за досліджуваний період припала на відповідь: *«шукаю додаткову інформацію з інших ЗМІ для порівняння»*. У 2021 році так би зробили 47,3% респондентів, у 2022 – 39,8% і у 2023 – 41%. У 2023 році частка відповідей на це питання майже зрівнялася із відповіддю: *«довіряю інформації зі супутникового знімка»*, так кількість учнів яка обрала цей варіант у 2021 році становила – 27,8%, у 2022 році – 27,7%, а у 2023 році виросла до 40,2%. Частка тих учнів, які довіряють ЗМІ без перевірки різко впала протягом періоду дослідження, відповідь *«довіряю інформації ЗМІ»* у 2021 році обрали 9,5% учнів, у 2022 – 8,9%, а у 2023 зменшилася до 3,3%.

Також важливий дослідницький інтерес становить частка відповідей «шукаю в мережі коментарі/відгуки очевидців» у 2021 році таких учнів було 12,9%, 2022 році (час повномасштабного вторгнення РФ на територію України) максимальне значення – 21,7%, у 2023 році таких учнів 14,8%. Отже, найбільшу тенденцію до зростання має довіра учнів супутникових даних моніторингу Землі, тут вважаємо причину в тому, що супутникові знімки масово використовуються журналістами для висвітлення подій наслідків військових дій після повномасштабного вторгнення у нашу країну військових росії, і супутникові дані використовують як джерело інформації для перевірки даних. Найбільшу тенденцію до зменшення вбачаємо у частці учнів, які довіряють інформації із засобів масової інформації, вважаємо це дуже хорошою тенденцією для формування критичного мислення в учнів, яка свідчить про менші можливості до маніпулювання свідомістю громадян через засоби масової інформації.

Наступне питання звучало: *«Які способи/інструменти перевірки інформації ви застосуєте в повсякденному житті перш за все:»*, найбільша частка відповідей припала на два варіанти: «аналізую інформацію з різних ЗМІ» та «шукаю першоджерело інформації». Перший варіант обрали більше третини учасників, так у 2021 році їх частка становила – 36,5%, у 2022 – 37,4%, а у 2023 – 45,1%. Другий за популярністю варіант: шукаю першоджерело інформації, у 2021 році обрали 35,6%, у 2022 – 32,2%, а у 2023, частка різко виросла до 36,1%. Важливим для наступних досліджень є відповідь респондентів «довіряю думці експертів в галузі». Частка учасників, яка обрала цю відповідь зменшилася від 15% у 2021 році до 14,4% у 2022 та до 11,5% у 2023 році. Частка відповідей «при можливості, завжди намагаюся побачити все на власні очі» у 2021 році складала 13,1%, у 2022 році – 16%, а у 2023 різко впала до 7,4%. Отже, відповіді на це питання свідчать, що частка учнів, яка шукає і перевіряє інформацію із різних джерел зросла найбільше, зокрема за рахунок зменшення частки учнів, які довіряють виключно думці експертів в галузі а також тих учнів, які при можливості, завжди намагаюся

побачити все на власні очі. Вважаємо, що це також пов'язано із часом військових дій, коли побачити і дослідити процес чи явище, або неможливо, або небезпечно для життя чи здоров'я.

Загалом в процесі дослідження вбачаємо серед учнів збільшення запиту на достовірну інформацію, а також на інструментарій його перевірки, зокрема збільшилася частка учнів, які довіряють даним супутникового моніторингу Землі, в той же час бачимо зменшення довіри до експертів та довіри до засобів масової інформації та соціальних мереж, загалом. На нашу думку це позитивні зміни для формування критичного мислення в учнів а також для суспільства в цілому.

Щодо креативності, то цю навичку найкраще в нашому дослідженні розвиває дослідницька діяльність із використанням даних супутникового моніторингу Землі, оскільки такі дисципліни, як ДЗЗ та ГІС не викладаються у школі, тому учень має опанувати ці технології, або у закладах позашкільної освіти, зокрема, наприклад, в МАНУ, або самостійно. Використання як супутникових даних так і їх обробки та аналізу потребує творчого підходу від учня, оскільки тема дослідницької розвідки, обирається учнем індивідуально і не повторює уже наявні дослідження, особливо коли це стосується локальних розвідок, наприклад свого населеного пункту чи якоїсь із його частин.

Дослідницька робота відповідає таким критеріям креативності, як: цікавість, самостійність, творчість та співпраця. Цікавість забезпечується тим, що тему розвідки учні обираються самостійно та індивідуально. Самостійне проведення розвідки передбачається вимогами конкурсу-захисту наукового дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ, тому учні які захищають свої роботи на Всеукраїнському етапі конкурсу, як мінімум на попередніх двох етапах аргументували членам журі самостійність свого дослідження. Творчість забезпечується способом опрацювання нової інформації (даних супутникового моніторингу Землі та інструментів їх обробки) в руслі свого індивідуального дослідження.

Зокрема розглянемо теми учасників III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту наукового дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у 2022 та 2023 роках.

У 2022 році: «Оцінка температури земної поверхні за даними ДЗЗ на прикладі Ратнівської ТГ»; «Використання методів дистанційного зондування Землі для дослідження стану лісових насаджень на території Народицької ТГ»; «Моніторинг лісового покриву»; «Дослідження показників дистанційної діагностики ґрунтів та їх практичне використання»; «Дослідження негативних наслідків залучення в сільськогосподарське ерозійних форм рельєфу, засобами сервісу Google Earth»; «Новобудови в системі урболандшафтів Львова та Дрогобича (за даними різночасових дистанційних знімачь)»; «Моніторинг фітосанітарного стану лісів Житомирської області за допомогою ДЗЗ»; «Моніторинг стану Макухівського сміттєзвалища засобами ГІС та ДЗЗ»; «Дослідження геоекологічної ситуації озера Лебединське з використанням даних ДЗЗ та ГІС-технологій»; «Характеристика лісових ландшафтів Конотопського держлісгоспу та дослідження динаміки вирубок шляхом використання геоінформаційних систем»; «Оцінка стану лісових територій Харківської та Чернігівської областей з використанням ГІС-технологій»; «Особливості виділення басейнів малих річок засобами ГІС-технологій (на прикладі р. Рокитна)».

У 2023 році: «Дослідження змін лісового покриву Дніпропетровської області за матеріалами ГІС та ДЗЗ»; «Використання геоінформаційних технологій для побудови актуалізованих картографічних моделей при підтримці прийняття рішень з прогнозування наслідків надзвичайних ситуацій»; «Динаміка зміни забудови міста Суми (за даними різночасових дистанційних знімків)»; «Використання засобів дистанційного зондування Землі для оцінювання природно - антропогенних трансформацій озер національного природного парку «Мале Полісся»; «Використання нормалізованого вегетаційного індексу NDVI для дистанційного моніторингу «цвітіння» води Житомирського водосховища»; «Моніторинг лісового

покриву»; «Дистанційне дослідження ерозійних форм рельєфу (на прикладі балки в межах Кропивницького району)»; «Моніторинг використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ»; «Аналіз забруднення повітря в Луганській області в результат бойових дій»; «Прикладні аспекти використання сервісу Open Street Maps (на прикладі м. Хотин)»; «Дослідження процесу цвітіння води в Кам'янському водосховищі засобами ГІС та ДЗЗ»; «Порівняльна оцінка змін у землекористуванні прикордоння України та Польщі засобами ДЗЗ»; «Дослідження зміни русла та вивчення водного режиму річки Десна»; «Оцінка зміни гідрологічного режиму торфово-болотного масиву «Переброди» Рівненського природного заповідника за допомогою дистанційного зондування Землі»; «Новітні втрати лісового покриву Українських Карпат».

Різноманітність тем та використання ресурсів, які ми показуємо у Додатку Ю, де відображено постери учасників III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту наукового дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у 2022 та 2023 роках, безумовно свідчать про творчий підхід до опрацювання інформації та використання сервісів та даних супутникового моніторингу Землі та інструментів їх аналізу.

Комунікацію та співпрацю ми можемо оцінити завдяки організації групових досліджень, зокрема в таких проєктах як: Всеукраїнська літня школа та Всеукраїнський конкурс «Save Спадок». В обох проєктах учні виконували групові дослідження. Оскільки результативність проєкту Всеукраїнської літньої школи ми більшою мірою описували у пунктах 3.1.2. та цьому пункті вище, тут ми більшою мірою зосередимося на результуючих дослідницьких проєктах учнів. Вихідною умовою підготовки дослідницького проєкту, було самостійне обрання теми дослідження і також самостійно учні налагоджували співпрацю між собою.

Зокрема розглянемо теми і алгоритм, як виконували дослідницьку роботу учні. Перша команда назвала себе «EcoKids», темою їх наукової розвідки було «Дослідження впливу зміни температури на льодовики

Антарктиди (в розрізі айсберга А-76)», в групі були учні з таких територіальних відділень Малої академії наук України, як: Одеське, Дніпропетровське, Полтавське та Тернопільське. Учні розділили ролі так: одна з учасниць взяла на себе роль неформального лідера і розділила обов'язки, аби кожен з учнів відповідав за свою частину дослідження, зокрема четверо відповідали за обробку геоданих на платформах: Google Earth Pro, EO Browser, Giovanni, WorldView, лідерка ці дані оформила в стилістично єдине дослідження і додала такі компоненти, як актуальність, мета, висновки. Загалом у презентації дослідження головну роль відіграла лідерка групи, в той же час кожен із учасників презентував свою частину розвідки. Команда перемогла у номінації «Краще дослідження» Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ у 2022 році.

Інша команда, яка брала участь в проєкті того року назвали себе «Ліси», темою розвідки була «Вирубка лісів». В цій команді були об'єднані учні з таких територіальних відділень, як: Хмельницька, Полтавська, Волинська, Херсонська та Чернігівська. Учні досліджували не лише вирубку, але й те як змінився стан атмосферного повітря в наслідок вирубки лісів, для цього було використано такі ресурси, як Google Earth Pro, EO Browser та Giovanni. Ця команда виявила творчий підхід, як до процесу розвідки так і до командної роботи, зокрема в них не було одного лідера, тут скоріше було два неформальних лідера, які не ділили роботу на частини, за які відповідає кожен з учасників проєкту, а спільно формували стратегію дослідження і проводили його також допомагаючи один одному, захищав проєкт один учасник, інші відповідали на додаткові питання та доповнювали доповідь цікавими висновками розвідки. Команда перемогла у номінації «Краща командна робота» Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ у 2022 році. Ще одна команда, яка брала участь у проєкті у 2022 році назвала себе «Січ», темою розвідки була «Приклади наслідків змін клімату з використанням супутникових даних». В цій команді були об'єднані учні з таких територіальних відділень, як: Київська, Тернопільська, Харківська, Сумська

та Полтавська. Тут був чітко виражений лідер, який розприділив обов'язки серед членів групи, де кожен відповідав за свою частину роботи, зокрема за дослідження теми у кожному з ресурсів: Google Earth Pro, Giovanni, WorldView та Landsat Explorer. У підсумку лідер взяв на себе розроблення стратегії дослідження і розприділення обов'язків, але й оцифрування динаміки танення льодовиків за 20 років в сервісі Google Earth Pro. Команда перемогла у номінації «Краща презентація» Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ у 2022 році. Стратегії інших двох команд були схожі, або дуже близькі до однієї з описаних вище, тому тут зазначимо лише теми, звідки учні родом і в якій номінації виграли. Четверта команда обрала тему «Вплив сміттєзвалищ на акваторію Чорного моря». Тут були учні з Хмельниччини, Полтавщини, міста Києва та Чернігівщини. Робота виграла у номінації «Найактуальніше дослідження». П'ята команда обрала тему «Аналіз змін карстових озер в смт Солотвино». В цій команді були об'єднані учні з таких територіальних відділень, як: Буковинська, Кіровоградська та Львівська. Робота виграла у номінації «Найкраще екологічне дослідження».

У 2023 році кількість охочих взяти участь у проєкті була значно більшою, тому ми об'єднали учасників у 8 груп. Перша група учасників проєкту обрала тему «Моніторинг наслідків нелегального видобування бурштину на українському Поліссі», в цій групі були об'єднані учні з таких територіальних відділень, як: Кіровоградська, Хмельницька, Харківська, Чернівецька, Сумська, Київська, Черкаська та Львівська. В процесі дослідження були два лідера команди, робота була розділена між членами команди більш-менш порівну, четверо учнів відповідали за обробку геоданих дослідження на окремому ресурсі, зокрема: Landsat Explorer, Google Earth Pro, EO Browser, Giovanni, інші за оформлення (мета, актуальність, висновки тощо), захищали роботу усі члени команди. Друга команда – «Дослідники-амфібії», обрала тему «Дистанційний моніторинг зміни водойм України з космосу». Ця команда об'єднала учнів із таких областей, як: Харківська, Черкаська, Одеська, Вінницька та Запорізька. Троє учнів з команди

опрацьовували геодані в ресурсах: Landsat Explorer, Google Earth Pro, EO Browser, Giovanni, WorldView, троє оформлювали презентації, один з них презентував дослідження на підсумковій конференції та відповідав на запитання лекторів та інших учасників проєкту. Третя команда «Спостерігачі Землі», обрали тему «Супутниковий моніторинг якості атмосферного повітря для території України». В цій групі були об'єднані учні з таких територіальних відділень, як: Рівненська, Черкаська, Полтавська, Вінницька, Черкаська та Кіровоградська. Учні працювали у ресурсах: EO Browser, Giovanni, WorldView, усі учні окрім двох були активно включені в процес дослідження та презентації своєї розвідки. Інша команда – «Кінбурн», обрала тему «Наслідки пожежі на Кінбурнському півострові за 2021-2022 рр.». В цій команді були об'єднані учні з таких територіальних відділень Малої академії наук України, як: Житомирська, Сумська, Хмельницька, Дніпропетровська, Одеська та Львівська. Учні опрацьовували геодані у таких ресурсах, як: Landsat Explorer, Google Earth Pro та EO Browser. Було три лідера команди, які розділяли обов'язки між рештою учасників, презентували дослідження усі.

У Всеукраїнському конкурсі «Save Спадок» специфіка в тому, що ми не розділяли учасників, а вони самостійно реєструвалися і підбирали собі команду. Так у 2023 році перемогу у конкурсі здобула команда – «GeoLeoMan», яку представляли учениця 11 класу Львівського фізико-математичного ліцею та 9 класу Ліцею №93 м. Львова. Друге місце посіла команда «ArtWarTech», яку створили дві учениці зі Львівського територіального відділення МАНУ, зокрема учениця учениця 9 класу Стебницької гімназії № 11 ім.Т. Зозулі Дрогобицької ради та 10 класу Новороздільського ліцею ім. Володимира Труша. Третє місце посіла команда «Дослідники руйнацій», яка складалася також з двох учениць: учениця 9 класу Обласного наукового ліцею «РОЛП» м. Рівне та учениці 11 класу Рівненського ліцею «Елітар». Команда «Сокіл», була представлена ученицею та учнем 8 класу Сокальського ліцею №1 імені Олега Романіва. Ще одна

команда «Переможці», яку представляли учень та учениця 7 класу Одеського ліцею №31 Одеської міської ради. Загалом найбільше геоданих нанесли переможці 69,7% від усіх геоданих карти, команда «ArtWarTech» нанесла 13,3% усіх даних, і бронзові призери конкурсу, команда «Дослідники руйнацій» - 2,3% усіх даних.

Загалом щодо формування навичок 4К вбачаємо явну різницю між проектом: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ та Всеукраїнський конкурс «Save Спадок», яка полягає у тому, що коли учні мають змогу самостійно обирали команду, то здебільшого обирають учнів зі своєї школи. У Всеукраїнській літній школі учні були не знайомі один-з одним до участі в проекті, об'єднуючи в одній команді учнів з різних областей ми переслідували цілі: познайомити та заохотити до співпраці учнів з різних областей, які об'єднані спільним захопленням – досліджувати землю з Космосу. Комунікація між учнями, які брали участь у конкурсі «Save Спадок» була налагоджена до участі в проекті, тому можна оцінити тільки співпрацю, критичне мислення та креативність, яка виражалася у створенні і наповненні бази геоданих зруйнованих та пошкоджених об'єктів цивільної інфраструктури нашої країни. Щодо цілей проекту, то вона зводиться до того, аби залучити учнів до збору та групування факів злочинів РФ проти нашої країни і таким чином впливати на їх обізнаність, щодо наслідків та масштабів війни та впливати на формування їх громадянської свідомості та позиції.

Отже ми проаналізували розвиток навичок 4К через участь учнів в таких проектах як: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проектів «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ».

5.3. Особливості й тенденції професійного зростання педагогічних працівників

Курси для освітян є одним із важливих напрямків нашого дослідження з двох причин: деякі з учасників курсів очолюють, або в перспективі можуть очолити секцію «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, а також освітяни можуть ефективно масштабувати методика «Основи дистанційного зондування Землі» серед учнів свого регіону, в тих закладах освіти в яких вони навчають.

Для того, аби зрозуміти запити освітян, ми провели констатувальний етап дослідження (з 2017 року по 2019 рік), в якому взяли участь 193 освітянина (Додаток У). Цей етап важливий для нашої теми, адже це було перше в Україні дослідження, щодо можливості та готовності використання даних супутникового моніторингу Землі в шкільній та позашкільній освіті. Цей етап проводився у закладах загальної середньої освіти міста Києва. В цьому етапі взяли участь здебільшого вчителі географії, історії, екології, біології, фізики, інформатики. Курс проводився окремо для освітян кожного району міста Києва в очному форматі.

Інформація про курс поширювалася таким шляхом: районні відділи освіти повідомляли заклади освіти про курс, усі бажаючі долучитися – приходили на заняття, реєстрацію ми проводили по факту присутності, перед заняттям. Загалом курс «Основи ДЗЗ» був розрахований на 15 годин і складався із трьох лекцій і трьох практичних, які об'єднані в теми: Ознайомлення з «ЕО Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)»; «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)». Логіка обрання таких тем була обумовлена тим, що веб-портал ЕО Browser – інтуїтивно зрозумілий та на наш погляд найбільш підходить для використання в освітньому процесі, в цих темах використання даних супутникового моніторингу Землі торкалося різних наукових напрямків: урбаністика, лісове господарство, надзвичайні ситуації, гідрологія та ландшафтознавство. Така «палітра» дотичних

напрямоків була обумовлена тим, щоб сформувати в освітян уявлення, що супутникові знімки дають корисну інформацію, для різних наук, тому їх використання в освітньому процесі закладів загальної середньої та позашкільної освіти може бути корисним для учнів для підвищення їхньої цифрової грамотності.

Опрацювавши анкети 193 учасника курсів, ми виявили, що 63% учасників знайомі (або знайомі «поверхнево») з поняттями «супутниковий знімок» та «дистанційне зондування Землі», 4% - працювали із супутниковими знімками під час навчання у закладах вищої освіти і тільки 2% практикує їх використання у закладах загальної середньої та/або позашкільної освіти. Також ми зібрали рекомендації та побажання від освітян, щодо умов використання технологій ДЗЗ в освітній діяльності, які ми також врахували для розробки курсів для освітян, зокрема, головними з них були:

- Сервіси і програмні забезпечення, які ми будемо використовувати мають бути з безкоштовним із вільним доступом, аби не створювати додаткових труднощів із придбанням ліцензії;
- Дружній (інтуїтивно-зрозумілий) та україномовний інтерфейс сервісів і програмних забезпечень;
- Теми курсу мають на пряму стосуватися програми закладів загальної середньої освіти;
- Розробка методичних та дидактичних матеріалів, які можна взяти повністю, або частково для проведення заняття;
- Методична та дидактична підтримка від фахівців на початку впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

Зауважимо, що цей етап дослідження був орієнтиром для створення та розвитку стратегії нашої з освітянами діяльності на наступні роки. Перше і найважливіше, що ми на цьому етапі визначили – освітянська спільнота зацікавлена в опануванні технологій супутникового моніторингу Землі, з

огляду на те, що вчителі знайшли час та мотивацію пройти курс і залишити свої рекомендації по завершенню курсу.

З 2019 до 2022 ми розробляли та удосконалювали компоненти ІОС з основ ДЗЗ згідно результатів цього етапу педагогічного експерименту. Розробляли методичні матеріали (посібники, навчальні програми, робочі зошити, презентації до практичних робіт, відео-курси та дистанційний курс), перекладали функціоналі ресурсів Європейського космічного агентства українською мовою тощо.

У 2022 році ми проводили формувальний етап дослідження щодо впливу ІОС з основ ДЗЗ на професійне зростання освітян. Зокрема через участь освітян у курсах за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування». Спершу ми провели анкетування на визначення рівня сформованості навичок використання технологій ГІС та ДЗЗ потенційними учасниками формувального етапу експерименту (Додаток Ф). За результатами цього опитування ми згрупували освітян МАНУ у дві групи контрольну (КГ) та експериментальну (ЕГ)

Таблиця 7

Розподіл освітня КГ і ЕГ за рівнем знань до експерименту

Бали	Рівень	КГ (27)		ЕГ (28)	
		Кількість	Відсоткове відношення	Кількість	Відсоткове відношення
20-25	високий	3	11,11	4	14,29
11-19	середній	21	77,78	21	75
0-10	низький	3	11,11	3	10,71

Максимальна відносна різниця між КГ та ЕГ є у кількості освітян з низьким рівнем, у ЕГ на 3,18% більше. Така різниця пояснюється кількістю освітян, які беруть участь у курсах, вузька наукова галузь – ДЗЗ тільки починала у 2022 році входити у напрям роботи МАНУ – робота з освітянською спільнотою через спецкурси. Також повномасштабне

вторгнення, спричинило зміщення запланованої дати початку курсів з березня на травень. Рік експерименту був обраний 2022, з огляду на те, що перші курси ми провели 2021 році – для того, аби ознайомити освітян з такою можливістю, отримати перші відгуки та рекомендації, щодо організації курсу, і відповідно до року педагогічного експерименту удосконалити методичні матеріали. З 2021 року, ми щорічно проводимо цей курс у березні та з цього року почали оприлюднювати методичні матеріали розроблені в рамках дослідження на сторінці лабораторії сайту МАНУ у відкритому доступі для перегляду і завантаження.

Отже, критеріями цього дослідження були: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі. Кожен з цих критеріїв складався з трьох показників. Суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ: оцінювання своїх знань та навичок з основ ДЗЗ; оцінювання ролі ДЗЗ в сучасному освітньому процесі та оцінювання власного прогресу. Об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ: розуміння фізичних основ ДЗЗ; розуміння базових функціональних можливостей ресурсів ДЗЗ; вміння використовувати ці ресурси в освітніх цілях. Суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі: оцінка технічних можливостей використання даних ДЗЗ в освітньому процесі; оцінка своєї готовності використовувати супутникові дані в освітніх цілях; оцінка щодо готовності учнів використовувати дані ДЗЗ в освітніх цілях та дослідницьких цілях.

Процес опитування відбувався після курсу для освітян, містив, як відкриті так і закриті питання, а також питання для визначання суб'єктивної оцінки учасника, щодо деяких питань дослідження (Додаток Х). Ми узагальнили, оцінили та розділили на рівні за критеріями відповіді учасників ЕГ та КГ.

У пункті 3.2.1 ми описуємо детально відповіді учасників окремо за цим та іншими курсами для освітян, в цьому пункті ми описуємо дані, які дають

можливість оцінити результати курсу для освітян «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» за визначеними критеріями та показниками.

Суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ важливою критерією нашого дослідження, оскільки дозволяє моніторити ставлення вчителя до власних успіхів в опануванні технологій ГІС та ДЗЗ. Курс «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» є першим рівнем методики «Основи ДЗЗ», тобто розрахований на вчителів, які ще не знайомі з цими технологіями, або тільки розпочинають своє знайомство, тому цей рівень є показовим для нашого дослідження. Відповіді на питання ми ранжували на три рівні: низький, середній та високий (див. рис. 53).

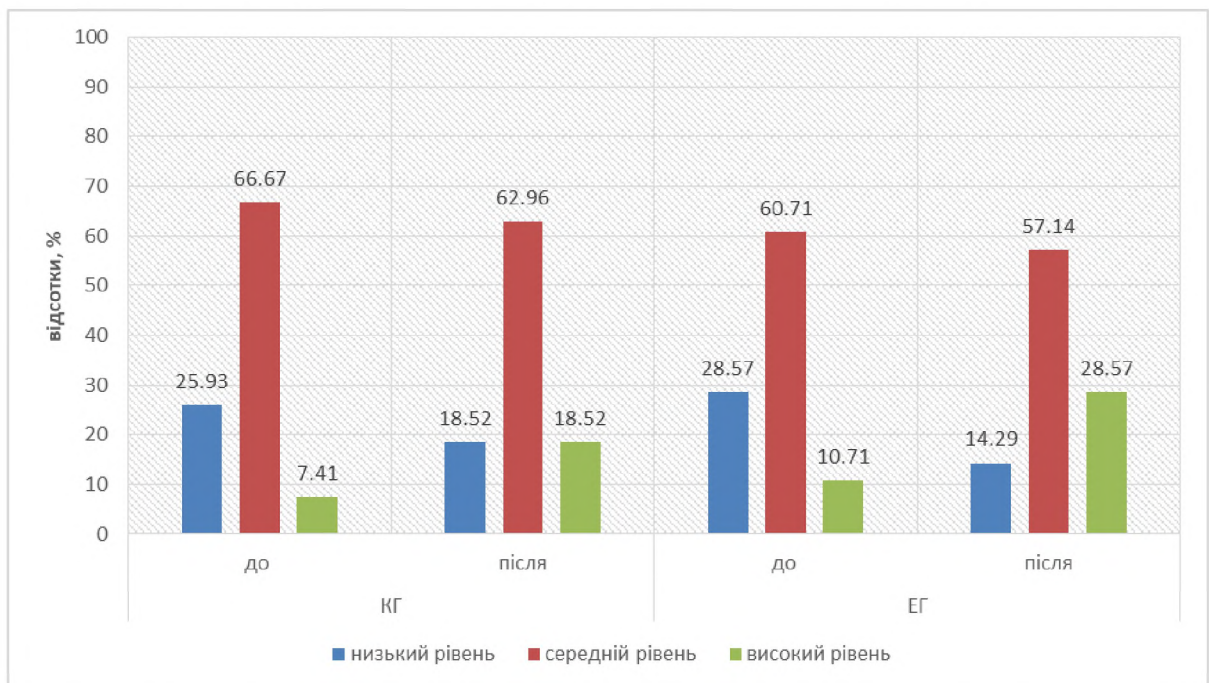


Рис. 53. Діаграма розподілу відповідей освітян КГ та ЕГ за критерієм «Суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ»

Отже, як бачимо з графіка власний прогрес учасники високо оцінили після проходження курсів для освітян. Зокрема до курсів в ЕГ на високий рівень оцінили власні знання 10,71%, а після курсів на 28,57%, в КГ також простежуємо зростання кількості освітян з високим рівнем: на 11,1%. Кількість вчителів з середнім рівнем знизилася в обох групах, у ЕГ на 3,57%, а у КГ на 3,7%. Кількість вчителів з низьким рівнем також зменшалася в обох

групах у ЕГ на 17,86%, а у КГ на 11,11%. Отже простежується певна спільна тенденція для КГ та ЕГ проте різної інтенсивності, що може свідчити, що освітяни МАНУ займаються самоосвітою у сфері ГІС та ДЗЗ.

Об'єктивну оцінку знань з основ ДЗЗ ми оцінювали за питаннями, які, умовно згруповані в блоки: знання та розуміння термінології з основ ДЗЗ, розуміння як працює функціонал ресурсів для обробки та аналізу даних ДЗЗ та, власне вміння використовувати ці ресурси у практичних, освітніх цілях (див. рис.54).

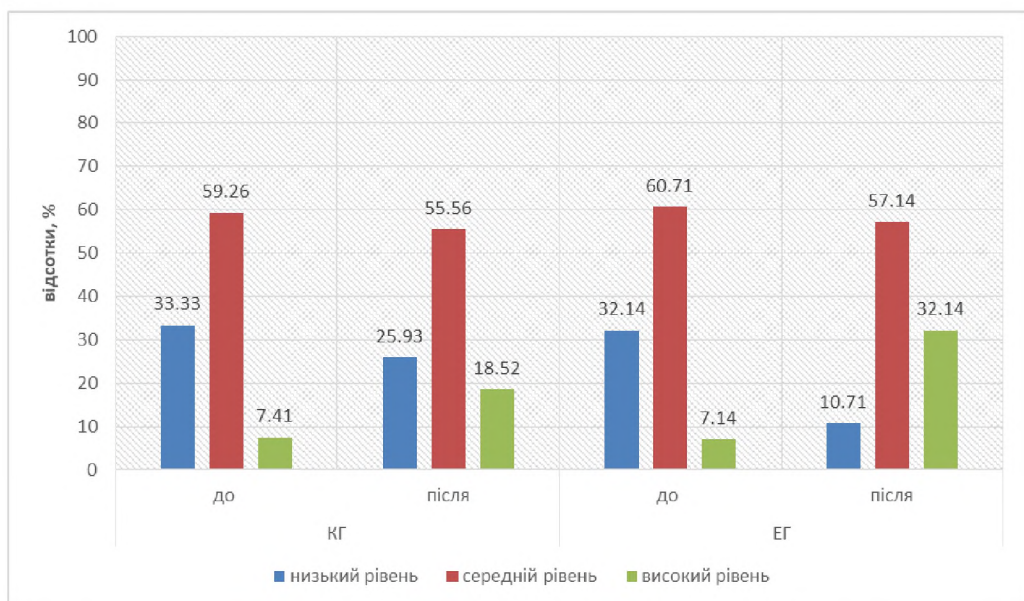


Рис. 54. Діаграма розподілу відповідей освітян КГ та ЕГ за критерієм «об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ»

Отже у цій частині дослідження бачимо, що об'єктивно більшість освітян мають середній рівень знань за темою курсів. Отже відносний відсотковий показник кількості освітян, які мають низький рівень зменшується і в КГ і в ЕГ, в першій на 7,41%, в другій на 21,43%. Середній рівень також зменшується в КГ на 3,7%, в ЕГ на 3,57%. Кількість освітян з високим рівнем у КГ зросла на 11,11%, а в ЕГ на 25%. Ми можемо припустити, що таке співвідношення кількості освітян у КГ обумовлено тим, що дані супутникового моніторингу Землі стають все більш затребувані для використання в освітньому процесі, а також тим, що методичні матеріали, які

стосуються цієї теми можна знайти у відкритому доступі в мережі Інтернет, в тому числі, ті що розроблені як складові нашого дослідження.

Суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі для нашого дослідження є важливим компонентом, оскільки протягом курсу ми намагаємося використовувати вісім різних ресурсів, якими можна користуватися безкоштовно, навіть з мобільного телефону. Тому для розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ», та заохочення освітян використовувати ці технології в освітньому процесі важливо на практиці показати, що комерційні програмні продукти та хмарні сервіси мають безкоштовні аналоги, які можна використовувати під час навчання. До цього критерію ми віднесли питання опитувальника, які умовно можна згрупувати у блоки: щодо технічних можливостей використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі; щодо готовності освітян використовувати геодані із супутникових знімків в освітніх цілях; щодо готовності учнів (на думку вчителів) використовувати геодані із супутникових знімків в освітніх цілях (див. рис.55).

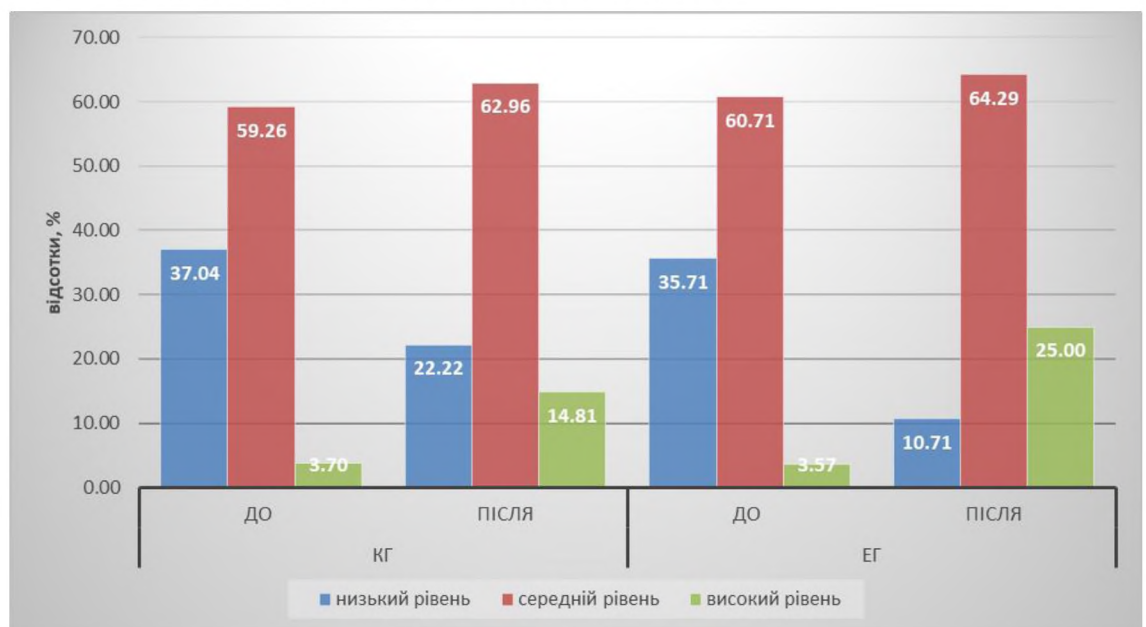


Рис.55. Діаграма розподілу відповідей освітян КГ та ЕГ за критерієм «суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі»

Отже, у цій частині дослідження бачимо, що в середньому суб'єктивна оцінка щодо впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес має найбільше відповідей, що потрапляють у середній рівень. Якщо розглядати детальніше відносний відсотковий показник кількості освітян, які мають низький рівень зменшується і в КГ і в ЕГ, в першій на 14,81%, в другій на 25%. Кількість освітян із середнім рівнем має тенденцію до збільшення у КГ та ЕГ на 3,7% та 3,57% відповідно. Кількість освітян із високим рівнем зростає у КГ на 11,11%, а в ЕГ на 21,43%. Така тенденція демонструє, що кількість освітян з ЕГ вбачають більше можливостей та підходящі умови для впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

Узагальнюючи результати цього дослідження ми визначили усереднені відсоткові значення кількості освітян за кожним рівнем за усіма критеріями, аби сформуванати загальну картину результатів, та визначити тенденції в КГ та ЕГ за цими результатами (див. рис.56).

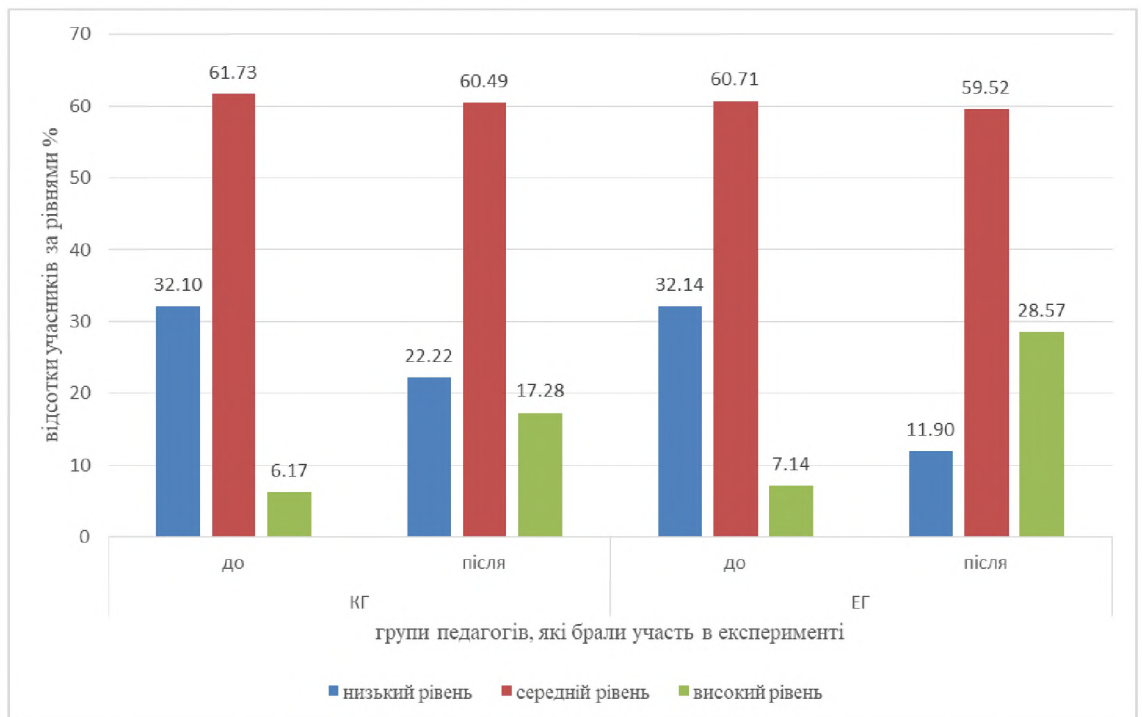


Рис. 56. Діаграма усереднених за критеріями дослідження значень відсоткового співвідношення кількості освітян за рівнями.

Отже за критеріями усереднених значень можемо зробити висновки про динаміку до збільшення частки освітян з високим рівнем як в КГ так і в ЕГ, зокрема на 11,11% та 21,43% відповідно. Частка освітян з середнім рівнем в обох групах має незначну тенденцію до зменшення, зокрема в КГ на 1,23% а в ЕГ на 1,19%. Досить високу тенденцію до зменшення має кількість учасників з низьким рівнем у КГ на 9,88%, а в КГ на 20,24%. Узагальнюючи результати бачимо зростання кількості освітян з високим рівнем здебільшого за рахунок зменшення частки з низьким рівнем. Це безпосередньо зумовлено тим, що освітяни протягом курсу мають можливість окрім занять також підготувати науковий проєкт, тобто провести дослідження з використанням технологій ГІС та ДЗЗ, це завдання окрім цілей професійного зростання має на меті на власному прикладі освітянам перевірити доступність супутникових даних для дослідницької діяльності. Після педагогічного експерименту освітяни з КГ навчалися на різних рівнях курсів для освітян за методикою «Основи ДЗЗ». За результатами цих курсів станом на грудень 2023 року в територіальних відділеннях МАНУ працює 14 секцій, керівники яких брали участь у курсах для освітян в рамках впровадження ІОС з основ ДЗЗ.

Валідність результатів цього дослідження ми також визначали за критерієм Стьюдента (формула 1) для порівняння двох незалежних вибірок. Статистичну гіпотезу, що підлягає перевірці, визначаємо як нульову. Нульова гіпотеза (H_0) звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ освітян однакових завдань, спричиняється випадковими причинами. Альтернативна гіпотеза (H_1) звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ освітян однакових завдань, спричиняється не випадковими причинами – зокрема участі у курсах для освітян за програмою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування».

Перш за все визначаємо середнє арифметичне для значень вибірки в КГ (13,93) та ЕГ (16,04). Визначаємо вибіркві дисперсії у ЕГ та КГ групах відповідно (за формулою 2). Дисперсія на основі генеральної сукупності

значень вибірки у КГ становить 38,81, а в ЕГ – 26,53. Далі підставляємо значення у формулу для визначення критерію Стюдента

$$t = \frac{16.04 - 13.93}{\sqrt{\frac{(27-1)26,53 + (28-1)38,81}{27+28-2}}} \times \sqrt{\frac{27 \times 28}{27+28}} = 5,01$$

Для визначення теоретичного значення критерію Стюдента, необхідно обчислити кількість ступенів свободи за формулою 3. Ступень свободи в нашому дослідженні становить $f = 53$.

Заданий рівень значущості критерію Стюдента $\alpha=0,01$. Згідно таблиці Стюдента [244] при кількості ступенів свободи $f=53$ і рівні значущості $\alpha=0,01$ граничне значення критерію Стюдента $t_{\text{теоретичне}} = 2,01$. Отже, якщо $t_{\text{теоретичне}} < t_{\text{експериментальне}}$, то відкидається нульова гіпотеза. Таким чином виконується нерівність $t_{\text{теоретичне}} = 2,01 < t_{\text{експериментальне}} = 5,01$. Отже, гіпотеза про нерівність вибірових середніх значень у КГ та ЕГ є суттєвою, і приймаємо за істину альтернативну гіпотезу.

Одним з важливих етапів нашого дослідження було визначення кореляційних зв'язків між учасниками двох груп: учнів та педагогів МАНУ, щодо ефективності впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ. Зокрема у КГ та ЕГ групах серед учнів бзла приблизно однакова кількість фіналістів та призерів Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт МАНУ, ми простежили певні тенденції щодо учасників педагогічного експерименту. Зокрема, ті педагоги МАНУ, які у ЕГ та КГ за сукупним показником критеріїв були віднесені до високого та середнього рівня мали як вищий рівень залученості їхніх учнів до заходів, які організує лабораторія «ГІС та ДЗЗ» Національного центру «Мала академія наук України», так і вищу успішність у заходах конкурсного характеру, які організує МАНУ, зокрема й на Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ». Прямих кореляційних зв'язків між опитуваннями в рамках педагогічного експерименту серед учнів та педагогів МАНУ ми не знайшли, що, може бути обумовлено малою вибіркою. Проте ми простежили,

деяку географічну закономірність, зокрема найвищі показники і серед учнів і серед освітян показали такі територіальні відділення: міста Києва, Львівщини, Сумщини, Полтавщини та Волині. Що може бути обумовлено часовим фактором, оскільки в цих територіальних відділеннях робота секції «ГІС та ДЗЗ» розпочалася давніше, а ніж в інших територіальних відділеннях МАНУ.

5.4. Перспективи розвитку авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в освітньому просторі Малої академії наук

Впровадження даних супутникового моніторингу Землі в освітній процес МАНУ має як вагому історію тривалістю 12 років так і перспективи, які пов'язані з актуальними запитами освітянської спільноти та тими викликами перед якими сьогодні стоїть суспільство в цілому. Ми умовно їх згрупували у декілька блоків, які ми вважаємо необхідно в найближчі роки активно розвивати в системі МАНУ, зокрема:

- технологізація. Сюди в першу чергу ми відносимо необхідність інтегрувати технології машинного навчання, що ми уже практикували на третьому рівні методики «Основи ДЗЗ» - «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine», автоматично класифікуючи ландшафтні одиниці та який має позитивні відгуки серед освітянської спільноти. А також технології штучного інтелекту, які стрімко вриваються в усі сфери сучасного життя. Тому ми вбачаємо необхідність в обґрунтуванні та дослідженні місця штучного інтелекту в роботі з великими геоданими. Зокрема для рутинної (векторизація, створення бази геоданих в ГІС) та творчої роботи із пошуку закономірностей та аномалій в геоданих, розуміння паттернів та моделей геопроектів та їх різноманітності, прогнозування розвитку явищ та процесів на основі репозитарію супутникових даних, які стосуються різних сфер

життя людини. Штучний інтелект може бути помічником людини у візуалізації геоданих за запитом користувача, створювати 2D та 3D візуалізації, для формування уявлення про процеси та явища, які неможливо побачити. Загалом ми розглядаємо використання штучного інтелекту як помічника для учня та вчителя, як в освітньому процесі так і в процесі дослідницької діяльності.

- міждисциплінарність. Одним із важливих напрямків, які ми вбачаємо для осучаснення освітнього процесу, і що забезпечується дослідницькою діяльністю – умовні межі між різними дисциплінами у вивченні певного процесу чи явища. Супутниковий моніторинг Землі, варто розглядати як сучасний інструмент який поєднує в собі такі дисципліни як: географія, картографія, кліматологія, гідрологія, геологія, біологія, хімія, фізика, метеорологія, ландшафтознавство, фізика, екологія, історія, інформатика тощо. Для того, аби розуміти процес чи явище комплексно не можливо його вивчати лише через призму однієї дисципліни, це створить «однобокість» розуміння і як наслідок учень не зможе ні зрозуміти ні оцінити цей процес чи явище комплексно. Одним з найпростіших прикладів, аби зрозуміти процес фотосинтезу рослин необхідно в першу чергу розуміти уявити фізику цього процесу, супутникові знімки дають можливість отримати дані в діапазонах зеленого та ближнього інфрачервоного спектрів – це ті діапазони електромагнітного випромінювання, які є найбільш чутливими до зміни хлорофілу в рослинах. З боку географії супутникові знімки дають можливість дослідити сезонність вегетації наприклад у помірному та екваторіальному кліматичних поясах, і виявити закономірності, залежності вегетації від вологості та сезонності. За допомогою супутникових знімків також можна прослідкувати зміну концентрації кисню та вуглекислого газу в процесі активного фотосинтезу та практично його відсутності (пустеля, сніг, кам'яниста місцевість тощо). З екологічної перспективи важливо дослідити як впливає процес вирубки лісів наприклад в тропіках та зміну концентрації кисню та вуглекислого газу, яку сільськогосподарську культуру висаджують

на місці вирубок, які в неї піки фотосинтезу, як цей процес впливає на локальному та глобальному рівнях на якість життя людини, як змінилася кількість фотосинтезуючих рослин у населеному пункті де проживає учень, тощо.

- міжнародна співпраця. В рамках діяльності лабораторії «ГІС та ДЗЗ» ми розвиваємо міжнародні проєкти, зокрема: Міжнародну літню школу з основ дистанційного зондування Землі для учнів та Міжнародні курси з основ дистанційного зондування Землі для освітян. Вони мають на меті об'єднати учнів та освітян на одному заході, познайомити та навчити нашим методикам тих, хто цікавиться супутниковим моніторингом Землі, з різних країн зрозуміти. А також створити англomовне освітнє середовище, де українські учні та освітяни можуть вивчати основи ДЗЗ з однолітками та колегами з інших країн, проводити спільні дослідження та представляти їх на підсумковій конференції. У 2024 ми плануємо за підтримки Європейського космічного агентства, Словенської компанії «Sinergise» та Кенійського центру науки організувати Міжнародний конкурс екологічних проєктів «Ecoview», за прототипом Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд», який ми організуємо з 2019 року. Цей конкурс передбачатиме відкриту участь учасників з різних країн, які проведуть екологічні дослідження, оформлять згідно вимог та презентують перед членами журі. Такий конкурсний спосіб мотивації учнів займатися науковою розвідкою в сфері супутникового моніторингу Землі, зумовлений тим, що таких відкритих конкурсів, для участі учнів з різних країн у Європі сьогодні обмаль, а запит існує, про що свідчить велика кількість учасників наших міжнародних проєктів. Також ми передбачаємо міжнародну співпрацю в рамках розробки методичних та дидактичних матеріалів, зокрема розроблення робочого зошита для роботи у середовищі Copernicus Browser – сервіс, який фахівці Європейського космічного агентства продовжують активно удосконалювати і популяризувати для освітніх цілей. Також вважаємо одним із найбільш продуктивних напрямів міжнародної співпраці в плані розробки освітніх

матеріалів: укладання дистанційних курсів та відео курсів для учнів та освітян англійською мовою за нашими методичними матеріалами.

- освіта для сталого розвитку. Тут ми маємо на увазі збільшення акценту на формуванні кліматичної грамотності учнів. В час стрімких і практично незворотних глобальних змін клімату, що спричинені більшою мірою людською діяльністю, світ в якому будуть дорослішати теперішні учні, безумовно буде змінюватися, тому моніторити, аналізувати, розуміти палітру наслідків – це сьогодні одне із зобов'язань і викликів для освіти. І в цій задачі можуть допомогти дані супутникового моніторингу Землі, зокрема надаючи достовірну, актуальну та різнопланову інформацію про процеси та явища які є причинами та наслідками глобальних змін клімату. Дані супутникового моніторингу можуть допомогти учням краще розуміти глобальні екологічні виклики, які є сьогодні і постануть в майбутньому, зокрема, такі як зміна клімату, зменшення чи втрата біорізноманіття, забруднення води та повітря. Учні можуть досліджувати, як ці виклики впливають на локальному рівні, на різні регіони світу, і на глобальному рівні. Освіта тут відіграє надважливу роль, оскільки по-перше формує уявлення у великої кількості учнів про глобальні зміни клімату та важливість кліматичної грамотності, тому має сформуватися критична маса людей, які будуть екологічно свідомі і зможуть впливати на політику держав у цьому питанні, по-друге за допомогою даних супутникового моніторингу Землі учні мають можливість аргументувати необхідність сталого розвитку для кожної країни, оскільки планета як замкнена система – змінюється в наслідок зміни одного її компонента, а сьогодні, щодо питання глобальних змін клімату ми вбачаємо безліч маніпуляцій і навіть відвертих популістичних заяв світових лідерів. Завдання освіти, загалом і МАНУ, зокрема, надати учневі той арсенал інструментів та інформації, окрім того навчити користуватися ними так, аби кліматична та екологічна грамотність учня формувалася зі шкільного віку і переросла у в спосіб мислення та відповідні дії.

- освіта для відновлення. Тут більшою мірою мається на увазі відновлення України після російсько-української війни. Сьогодні ми збираємо дані про злочини російської федерації проти нашої країни, проте уже сьогодні варто мислити про те, які виклики постануть перед Україною у повоєнний період. Оскільки відновлення процес довготривалий і трудомісткий, але ми можемо його дещо оптимізувати використовуючи дані супутникового моніторингу Землі. Зокрема плануючи відбудову міст, які сьогодні частково чи повністю зруйновані, а територія на яких воно знаходиться замінована, ми можемо використати дані супутникового моніторингу Землі, аби розробити проєкт відбудови міста в той час як тільки ведеться розмінування. Супутникові дані також як і сьогодні дають науковцям важливу інформацію про тимчасово окуповані території, стан їх екосистем та цивільної інфраструктури тощо. Ми вбачаємо, що сьогодні ми маємо спорядити учнів тими інструментаріями супутникового моніторингу Землі та геоінформаційних систем, аби інтегрувати тимчасово окуповані території та відновити їх інфраструктуру для мирного життя. Також ці інструменти дають можливість координувати зусилля різних суб'єктів як на локальному так і на глобальному рівнях для відновлення та підвищенню ефективності їх співпраці. Уже сьогодні дані супутникового моніторингу Землі дозволяють науковцям досліджувати створені в наслідок війни такі екогеоценози як осушене дно Каховського водосховища, її відновлення та повна зміна екосистеми ставить перед науковцями питання рентабельності та необхідності відновлення дамби. Також вбачаємо необхідність організувати більш широкий курс для освітян та укласти методичні матеріали «Моніторинг наслідків російсько-української війни інструментами супутникового моніторингу Землі», оскільки і теми дослідницьких робіт учнів і запити освітян свідчать про нагальність такої методичної літератури. Окрім того вбачаємо необхідність розширити методичні матеріали другого рівня – «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» розділом про знімання, обробку та аналіз

знімків з безпілотних літальних апаратів. Аргументуємо це тим, що українська повоєнна економіка може бути підсилена в цьому аспекті ветеранами війни, оскільки військових операторів-дронів, які вміють управляти безпілотними літальними апаратами у військових цілях є велика кількість, тому вбачаємо за необхідне ці навички інтегрувати в цивільне життя, підвищуючи якість досліджень наприклад вегетації сільськогосподарських культур чи моніторингу стану лісового господарства тощо, використовуючи безпілотні літальні апарати.

Отже, перспективними напрямками впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі Малої академії наук України ми вбачаємо: технологізацію освітнього процесу, його міждисциплінарність, забезпечення міжнародної співпраці, та розвитку таких напрямків, як освіта для сталого розвитку та відновлення.

5.5. Методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в масову освітню практику

Для ефективного впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в масову освітню практику необхідно створити нормативні та організаційні передмови, в залежності від сфери впровадження (заклади загальної середньої освіти, позашкілля, заклади вищої освіти тощо). До нормативних ми відносимо затвердження в Державних стандартах середньої освіти вимог до вмінь дешифрувати та порівнювати супутникові знімки, розробку та затвердження авторських навчальних програм, визначення вимог до матеріально-технічної бази тощо. До організаційних вимог ми відносимо впровадження вибіркового курсів з основ ДЗЗ для студентів, які згідно отриманої освіти матимуть право навчати в закладах освіти.

Для інститутів підвищення кваліфікації ми рекомендуємо впровадити курси для освітян з основ ДЗЗ, де би вчителі мали можливість отримати не

лише теоретичні, але й практичні поради із використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі. Щодо методичних порад освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес, ми рекомендуємо перш за все опанувати три рівні курсів для освітян з основ ДЗЗ, також ознайомитися з освітніми курсами від Європейського космічного агентства та Національного управління з аеронавтики і дослідження космічного простору США, обрати декілька ключових ресурсів, які пропонують ці організації і які ми описуємо в ІОС з основ ДЗЗ та ґрунтовно вивчити їх функціонал. Також доцільно створити навчальну базу даних, де зібрано яскраві приклади, де використання ДЗЗ допомагає побачити, оцінити та запропонувати шляхи рішень, щодо розвитку певного процесу чи явища на земній поверхні. Така база даних має бути в першу чергу в міру складною для дешифрування, приклади мають бути підібрані так, аби учні були знайомі з територією дослідження і могли розуміти наслідки цих процесів та явищ безпосередньо для життя людини.

Для більш підготовлених учнів (ті які навчаються в МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ», цікавляться темою ДЗЗ та ГІС тощо) необхідно розробити покроковий алгоритм створення такої бази даних і власне поставити учням завдання її створити для формування відповідної навички і бази для подальшого аналізу і дослідження. Зокрема база даних може стосуватися тих екологічних чи суспільно-географічних проблем, які притаманні територіальній громаді, де проживає учень. Такий підхід є частиною мотиваційного компоненту навчання через наближення результатів освітнього процесу безпосередньо до життя учня. Також логічною та перспективною, вважаємо ідею лонгітюдних досліджень екологічних проблем територіальної громади, коли, наприклад, учні вивчають проблему забруднення місцевого ставка, роблять польові забори даних, вносять їх у базу геоданих, і через рік, чи декілька років наступне покоління учнів проводить таке ж дослідження і порівнює дані за декілька років. Така тяглість дослідження, окрім підвищення наукової якості та достовірності результатів

наукової розвідки, дозволяє залучити учнів до довготривалих проєктів і вплинути на формування відповідального ставлення до екологічного стану навколишнього середовища територіальної громади, де проживає учень.

Наступною рекомендацією є аналіз аудиторії учнів для визначення їх потреб та рівня підготовки до використання технологій ГІС та ДЗЗ. Це допоможе адаптувати матеріали та методи навчання враховуючи краєзнавчий принцип навчання, для оптимального сприйняття учнями основ дешифрування супутникового знімка. Наступна рекомендація є планування навчального процесу, який передбачає використання технологій супутникового моніторингу Землі безпосередньо в освітньому процесі, необхідно розробити детальний план навчального процесу на якому етапі чи етапах уроку мають бути використані технології ГІС та ДЗЗ, включаючи послідовність тем, методи, форми навчання, використання різних ресурсів та оцінювання успішності учнів. Кількість тем, наприклад у навчальній програмі для 6-9 класів з географії за державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти, які можна вивчати з використанням технологій ГІС та ДЗЗ є досить значною. Оскільки вивчення стану навколишнього середовища і є великою частиною географічної науки. Проте, тут варто зауважити на необхідності створення передумов: технічних (наявність, як мінімум персонального комп'ютера та проєктора у вчителя), підготовчих (вчитель має попередньо опрацювати і вивчити функціонал хмарних сервісів чи програмних продуктів, які дозволяють працювати із даними ДЗЗ) та методичних (укладання навчально-методичних матеріалів з вказуванням вікових особливостей розвитку учнів). Безумовно навчально-методичні та дидактичні матеріали відіграють важливу роль в освітньому процесі, проте, ми також зауважуємо, що вчителі можуть їх розробляти самостійно враховуючи потреби та запити своїх учнів чи конкретних класів.

Наступною рекомендацією є врахування, що освітній процес має бути побудований на принципах партнерства та співпраці це зокрема стосується відносин рівня «вчитель-учень». Ми рекомендуємо створити спільноту

зацікавлених у використанні технологій ГІС та ДЗЗ освітян та учнів у закладі освіти, це допоможе оптимізувати та консолідувати зусилля з опанування та ефективного використання цих технологій. Також ми рекомендуємо здійснювати регулярний аналіз та вдосконалення процесу використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі, аби вчасно реагувати на виклики та удосконалювати методику у відповідності до рівня розвитку технологій ГІС та ДЗЗ.

Отже ми розглянули деякі рекомендації щодо ефективного впровадження авторської інформаційно-освітньої системи з основ дистанційного зондування Землі в масову освітню практику, зокрема нормативні, організаційні та рекомендації освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ V

Окреслено результативність етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ як освітньо-наукової інновації; описано результати педагогічного експерименту, зокрема динаміку розвитку дослідницької компетентності учня та професійного зростання педагогічних працівників МАНУ; описано процес впливу деяких компонентів ІОС з основ ДЗЗ на формування в учнів навичок 4К; визначено перспективно-прогностичні напрями розвитку авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому просторі МАНУ та розроблено методичні рекомендації щодо її ефективного впровадження в масову освітню практику.

Згідно визначених етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ окреслено їх результативність, зокрема на першому етапі – *виявлення суперечності*, описано деякі міжнародні проекти, метою яких є впровадження технологій ДЗЗ в освітню практику шкільного рівня: застосування супутникових знімків Landsat в шкільній освіті (Велика Британія); проєкт «FIS» (Німеччина); проєкт «Colors of Earth» (Польща); проєкт «YCHANGE» (Чехія-Німеччина-Естонія-Швейцарія); проєкт «GLOBE» (США) та інші, у порівнянні з проєктами, які реалізовувалися в Україні і мають стосунок до сфери ДЗЗ: секція «ГІС у географії» Київської МАН, проєкти від НАСА в яких беруть участь учні з України: «Sally Ride EarthKAM» та «GLOBE». Тобто окреслено, що в Україні порівняно з деякими країнами Європи проєктам з ДЗЗ приділено недостатньо уваги. Другий етап: *зародження ідеї, щодо подолання цієї суперечності*, передбачав окреслення технічних передумов розроблення ІОС з основ ДЗЗ, зокрема вибір хмарних сервісів, які надають можливість аналізувати дані ДЗЗ за відкритим кодом (наприклад: EO Browser, Google Earth Pro, WorldView). Третій етап: *розробка інновації*, на якому розроблено курс для освітян – «Основи ДЗЗ». Четвертий етап: *апробація інновації*. З 2017 по 2019 роки проведено курс за програмою «Основи ДЗЗ» для 193 освітян міста Києва. П'ятий етап: *перевірка*

ефективності інновації. Здійснено аналіз анкет учасників курсу для освітян «Основи ДЗЗ», визначено, що більшість вчителів, в тому числі природничих спеціальностей мали низький рівень обізнаності з технологіями ГІС та ДЗЗ, також було зібрано рекомендації від освітян за яких умов вони могли б могли ознайомитися та впроваджувати ці технології в освіті процес закладів, де вони навчають. Шостий етап: *корегування інновації у відповідності до результатів попереднього етапу*. Розроблено модель авторської ІОС з основ ДЗЗ з відповідними блоками-модулями та комплексами із врахуванням результатів попереднього етапу, укладено дидактико-методичне забезпечення та створено умови для реалізації організаційно-процесуального блоку. Сьомий етап: *масштабування*. Реалізація організаційно-процесуального блоку, організація педагогічного експерименту серед учнів та освітян МАНУ. Восьмий блок: *перевірка ефективності інновації у масштабуванні*. Описано як модель ІОС з основ ДЗЗ видозмінюється та розширюється в наслідок масштабування у чотирнадцяти територіальних відділених МАНУ. Дев'ятий етап: *удосконалення інновації*. Визначено актуальні напрями удосконалення: розширення україномовного функціоналу EO Browser та Copernicus Browser, оновлення комплексу «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», апробація нових курсів для освітян. Десятий етап: *органічна інтеграція або стагнація*. В перспективі наше дослідження створює передумови, аби елементи ІОС з основ ДЗЗ органічно інтегрувалися в освітній процес не лише в МАНУ, але й закладах загальної середньої освіти, як засіб підвищення ефективності освітнього процесу.

Педагогічний експеримент передбачав дослідження розвитку дослідницької компетентності учнів секції «ГІС та ДЗЗ» через їх участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ та через участь освітян МАНУ у курсах «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі.

У педагогічному експерименті серед учнів (які брали участь у формувальному етапі), ми додатково опрацювали опитувальники учасників, які брали участь у Всеукраїнських конкурсах «Екопогляд» та «Save Спадок», а також відкриті дані, щодо результатів конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

У дослідженні взяли участь 286 учнів (141 в формувальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив під час реєстрації учнів на Всеукраїнську літню школу з основ ДЗЗ у 2019 році. Завданням цього етапу було: визначити рівень зацікавленості та готовність учнів до ознайомлення з ресурсами та використання даних ДЗЗ у вивченні природничих дисциплін та у дослідницькій діяльності; виявити запити учнів, щодо можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в їх дослідницькій діяльності. За результатами цієї частини експерименту ми підтвердили необхідність розроблення та системного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Ми визначили, що учні виявляють стійкий інтерес у використанні ІТ в освітньому процесі, оскільки ці технології уже є невід'ємною частиною їхнього життя. Теми, які учні досліджували чи хотіли би досліджувати за даними супутникового моніторингу Землі стосуються вивчення: гідрології, глобальних змін клімату, кліматології, геології, ландшафтознавства, геоморфології та надзвичайних ситуацій. Одним із компонентів, які учні визначили як найважче до проведення досліджень у галузі науки про Землю є окреслення наукової новизни та особистого внеску дослідника. Використання технологій ГІС та ДЗЗ можуть підсилити ці компоненти учнівських досліджень.

У формувальному етапі педагогічного експерименту взяли участь 141 учень: 73 у контрольній групі (учні МАНУ, які не брали участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року) та 68 в експериментальній (учні МАНУ, які брали участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року).

Окреслено основні завдання формувального етапу педагогічного дослідження, який тривав протягом 2022-2023: організація заходів: Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ (за результатами, якого проводилося дослідження формування дослідницької компетентності), III етапу конкурсу захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ», та Всеукраїнських конкурсів «Екопогляд» та «Save Спадок», розроблення дистанційного курсу до Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів – «Екопогляд», з метою визначення рівня знань учнів до та після експерименту; організація процесу впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ; порівняльний аналіз рівнів сформованості дослідницької компетентності учнів в КГ і ЕГ.

Визначено критерії та показники сформованості дослідницької компетентності: ціннісно-мотиваційний критерій, містить три показника: сформованість інтересу до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній та дослідницькій діяльності; зацікавленість у використанні даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні; прагнення до самостійного дослідження можливостей та використання нових ресурсів й інструментів ГІС та ДЗЗ. Когнітивно-дослідницький критерій містить також три показника: знання з основ ДЗЗ та ГІС; рівень системності та самостійності проведення досліджень з використанням даних ДЗЗ на різних територіях інтересу; дослідження нового функціоналу та використання нових ГІС інструментів для обробки, аналізу та візуалізації результатів дослідження. Процесуально-рефлексивний компонент також містить три показника: широке оприлюднення результатів своїх досліджень та успішне представлення результатів свого дослідження в освітніх заходах, літніх школах, конференціях тощо; успішний захист результатів свого дослідження на конкурсах; рефлексія та самоаналіз результатів.

За результатами педагогічного експерименту визначено, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості дослідницької компетентності

учнів у КГ та ЕГ, згідно визначених критеріїв. За ціннісно-мотиваційним критерієм кількість учнів в ЕГ з низьким рівнем знизилася на 10,29% (у КГ на 2,75%), середнім – знизилася на 8,83% (у КГ на 4,11%), з високим рівнем зрослі на 19,12% (у КГ на 6,84%). За когнітивно-дослідницьким критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 7,36% (у КГ на 9,59%), з середнім рівнем знизився на 11,76% (у КГ зріс на 8,22%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 1,37%). За процесуально-рефлексивним критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 13,24% (у КГ на 9,58%), середнім рівнем знизилася на 8,82% (у КГ зріс на 6,85%), з високим зросла на 22,06% (у КГ на 2,74%). Отже після експерименту простежується загальна тенденція до збільшення кількості учнів з високим рівнем в ЕГ та середнім рівнем в КГ, кількість учнів з низьким рівнем мають тенденцію до зменшення в обох групах. Для статистичного обґрунтування наявності відмінностей між результатами експерименту в учнів КГ та ЕГ за рівнями означених критеріїв використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стюдента. Обчислені показник критерія Стюдента $t = 4,22$ та кількість ступенів свободи $f = 139$. З чого зроблено висновок, що виконується нерівність $t_{\text{теоретичне}} = 2,616 < t_{\text{експериментальне}} = 4,22$. Тому приймається за істину альтернативна гіпотеза, яка звучить так: відмінність у результатах (за рівнями) виконання КГ та ЕГ учнів однакових завдань, спричиняється не випадковими причинами (участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ).

Проаналізовано розвиток навичок 4К через участь учнів в таких проєктах як: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ».

Педагогічний експеримент серед освітян передбачав дослідження професійного зростання освітян через їх участь у курсі за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі.

У дослідженні взяли участь 248 освітян (55 в формувальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив з 2017 року по 2019 рік в якому взяли участь 193 освітянина закладів загальної середньої освіти міста Києва. Було розроблено та апробовано курс «Основи ДЗЗ» (15 годин), який складався із трьох лекцій і трьох практичних, які об'єднані в теми: «Ознайомлення з ЕО Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва)»; «Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)» та «Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей)». Було опрацьовано анкети 193 учасників курсів, було виявлено, що 63% учасників знайомі (або знайомі «поверхнево») з поняттями «супутниковий знімок» та «дистанційне зондування Землі», 4% - працювали із супутниковими знімками під час навчання у закладах вищої освіти і тільки 2% практикує їх використання у закладах загальної середньої та/або позашкільної освіти. Також було зібрано рекомендації та побажання від освітян, щодо умов використання технологій ДЗЗ в освітній діяльності: сервіси і програмні забезпечення, які ми будемо використовувати мають бути з безкоштовним із вільним доступом, аби не створювати додаткових труднощів із придбанням ліцензії; дружній (інтуїтивно-зрозумілий) та україномовний інтерфейс сервісів і програмних забезпечень; теми курсу мають наряду стосуватися програми закладів загальної середньої освіти; розробка методичних та дидактичних матеріалів, які можна взяти повністю, або частково для проведення заняття; методична та дидактична підтримка від фахівців на початку впровадження технологій ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

У 2022 році ми проводили формувальний етап дослідження. Критеріями та показниками цього дослідження були: суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ (оцінювання своїх знань та навичок з основ ДЗЗ; оцінювання ролі ДЗЗ в сучасному освітньому процесі та оцінювання власного прогресу); об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ (розуміння фізичних основ

ДЗЗ; розуміння базових функціональних можливостей ресурсів ДЗЗ; вміння використовувати ці ресурси в освітніх цілях); суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі (оцінка технічних можливостей використання даних ДЗЗ в освітньому процесі; оцінка своєї готовності використовувати супутникові дані в освітніх цілях; оцінка щодо готовності учнів використовувати дані ДЗЗ в освітніх цілях та дослідницьких цілях).

Згідно усереднених значень за критеріями дослідження можемо зробити висновки про динаміку до збільшення частки освітян з високим рівнем як в КГ так і в ЕГ, зокрема на 11,1% та 21,43% відповідно. Частка освітян з середнім рівнем в обох групах має незначну тенденцію до зменшення, зокрема в КГ на 1,23% а в ЕГ на 1,19%. Досить високу тенденцію до зменшення має кількість учасників з низьким рівнем у КГ на 9,88%, а в ЕГ на 20,24%. Узагальнюючи результати бачимо зростання кількості освітян з високим рівнем здебільшого за рахунок зменшення частки з низьким рівнем.

Описано перспективні напрямки впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ, це зокрема: технологізація освітнього процесу, його міждисциплінарність, забезпечення міжнародної співпраці, та розвиток таких напрямків, як освіта для сталого розвитку та відновлення. Також розроблено методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ в масову освітню практику, які згрупували у блоки нормативні, організаційні та рекомендації освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

Основні наукові положення розділу 5 висвітлено в опублікованих працях автора [271, 11,13, 21].

ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні розглянуто теоретичне обґрунтування та практичне впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Розроблено та експериментально перевірено модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ».

1. Здійснено теоретичний аналіз поняттєво-термінологічного апарату проблеми впровадження технологій ДЗЗ в освітній процес у психолого-педагогічній, науково-методичній літературі. Здійснено наукове обґрунтування феномену «інформаційно-освітня система».

Окреслено відображення в інформаційно-освітній системі наукової картини світу внаслідок розвитку наукового мислення учня, що зумовлено специфікою даних ДЗЗ. Описано цілісну єдність наукового пізнання у взаєминах формування наукової картини світу та наукового мислення. Окреслено, що використання геоданих через ДЗЗ та їх аналіз в ГІС, як розширює так і поглиблює наукову картину учня. Окреслено, що впровадження інформаційно-освітньої системи в освітній процес можна умовно поділити на декілька рівнів: на рівні пошуку наявної інформації – репродуктивний рівень; на рівні аналізу наявної інформації – продуктивний рівень; на рівні створення нової інформації – творчий рівень.

Обґрунтовано, що використання даних ДЗЗ в освітньому процесі є освітньо-науковою інновацією, через такі фактори, як: часовий (відносно нова галузь знань), практичний (потребує значних напрацювань, щодо впровадження в освітній процес шкільного рівня) та технологічний (галузь науки та економіки, яка стрімко розвивається). Окреслено, що процес впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ має враховувати такі освітні підходи, як: діяльнісний, інтеграційний, компетентнісний та системний.

2. Визначено смислове поле термінів «інформаційно-освітня система з основ дистанційного зондування Землі» та «освітньо-наукова інновація».

Запропоновано авторське тлумачення терміну «ІОС з основ ДЗЗ» як комплекс умов та процес з їх створення, які спрямовані на підвищення ефективності освітнього процесу шляхом використання інформаційних ресурсів та технологій ГІС та ДЗЗ, в тому числі геоданих та способів їх обробки й аналізу.

Система у цьому розумінні використовується на позначення взаємопов'язаних і взаємозалежних елементів освітнього процесу, зокрема: суб'єктів та об'єктів освітнього процесу, дидактико-методичного та організаційно-процесуального блоків. Смысловое поле терміна «освітньо-наукова інновація» ми визначаємо як системний та комплексний процес впровадження інноваційних форм, методів, засобів, підходів тощо в освітній процес, який ґрунтується на концепції наукової освіти з метою забезпечення його відповідності сучасним вимогам суспільства та ринку праці.

3. Визначено, що сутністю ІОС з основ ДЗЗ є освіта через дослідження, в цьому контексті ми опираємося на концепцію наукової освіти. Уточнено визначення наукової освіти як освітньої концепції, яка націлена на синергію освіти і науки та базується на цілеспрямованій, головним чином дослідницькій діяльності з метою формування дослідницької компетентності та наукової грамотності учнів. До змісту ІОС з основ ДЗЗ віднесено обов'язкові структурні елементи системи, які зібрані у комплекси: «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах», «Основи ДЗЗ: обробка та аналіз космічних знімків на платформі Google Earth Engine».

Окреслено перспективно-прогностичні напрями впровадження даних супутникового моніторингу Землі в системі МАНУ: музеї науки; вивчення змін клімату; моніторинг військових дій; сільськогосподарські дослідження; розвиток STEM-освіти; геопросторовий аналіз для відновлення розвитку територіальних громад, які постраждали від військової агресії; співпраця з профільними науковими та громадськими організаціями. Описано три типи суб'єкт-об'єктних відносин: суб'єкт-технології ГІС та ДЗЗ, суб'єкт-геодані та суб'єкт-інформаційні ресурси та три блоки суб'єкт-суб'єктних взаємодій:

учень-учень, учень-вчитель («учень – керівник секції», «учень – педагогічний» керівник, «учень – науковий керівник») та вчитель-вчитель (фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – керівник секції, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – науковий керівник, фахівці лабораторії «ГІС та ДЗЗ» – педагогічний керівник). Окреслено, що результатом цих взаємодій є формування спільноти, що є одночасно умовою і результатом впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

4. Визначено технологічне забезпечення процесу впровадження ІОС з основ ДЗЗ в структурі МАНУ через набір форм, методів та засобів освітнього процесу. Окреслено головні методи (дослідницька діяльність (як цілісний процес, або деякі його етапи), дослідна, пошукова та проєктна діяльність), форми (за взаємодією суб'єктів освітнього процесу: очна і дистанційна; за кількістю залучених учнів: індивідуальна, групова та колективна робота; за інтерактивністю: пасивні (лекція та її види), активні (практичні роботи, самостійні дослідження, семінари, екскурсії, дискусійні клуби тощо) та засоби (засоби: Eo Browser, Google Earth Pro, ArcGIS Online, LandsatLook, Google My Maps, NASA Worldview Quantum GIS, ArcGIS Online, Giovanni NASA, Google Earth Engine) організації освітнього процесу під час впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітньому процесі МАНУ. Описано досвід широкого впровадження ІОС з основ ДЗЗ в практику регіональних осередків МАНУ зокрема через створення та розширення мережі секції «ГІС та ДЗЗ» у територіальних відділеннях МАНУ, зокрема м. Києва, Київщини, Львівщини, Волині, Рівненщини, Житомирщини, Закарпаття, Буковини, Хмельниччини, Харківщини, Сумщини, Полтавщини, Кіровоградщини, Дніпропетровщини. Описано вплив упровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ на формування дослідницької компетентності та навичок 4К в учнів.

5. Визначено організаційно-педагогічні умови впровадження ІОС з основ ДЗЗ, зокрема: створення міждисциплінарного дослідницького простору; залучення учнів до процесу здобуття нових знань через дослідження; застосування інформаційних технологій, зокрема ГІС та ДЗЗ, як

інструментів дослідження; орієнтація змісту освіти на міждисциплінарні дослідження.

6. Обґрунтовано модель ІОС з основ ДЗЗ – «Модель авторської інформаційно-освітньої системи природничо-наукової підготовки учасників освітнього процесу МАНУ до застосування технологій ДЗЗ», база якої умовно складається з декількох структурних компонентів: теоретичний (цілепокладальний, методологічно-концептуальний, змістово-процесуальний та технологічний компоненти, окремо визначено передумови та організаційно-педагогічні умови), практичний (структурні компоненти та етапи впровадження освітньо-наукової інновації – ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ та географія її впровадження), результуючий (дослідження динаміки формування дослідницької компетентності учнів та професійного зростання педагогів МАНУ та як результат: створення умов для подальшого впровадження та розвитку ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ). Описано зв'язки-залежності структурних компонентів ІОС з основ ДЗЗ та виокремлено партнерські суб'єкт-суб'єктні відносини за такими типами взаємодії: учень-керівник секції «ГІС та ДЗЗ», учень-педагогічний керівник та учень-науковий керівник.

Окреслено географію впровадження ІОС з основ ДЗЗ, яка охоплює

14 територіальних відділень МАНУ. Окреслено, що в сукупності усі заходи із впровадження ІОС з основ ДЗЗ сприяють тому, аби створити нову спільноту із учасників освітнього процесу які зацікавлені та використовують дані ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Обґрунтовано, що впровадження ІОС з основ ДЗЗ є багатоаспектним явищем. Визначено, що ІТ мають революційний вплив на науку загалом і на цикл наук про Землю, які мають складний та унікальний для цієї галузі набір ІТ, зокрема технології – ГІС та ДЗЗ. Описано передумови та організаційно-педагогічні умовами впровадження авторської моделі ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ.

Визначено, що ефективність впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ доцільно згрупувати у два блоки критеріїв: теоретичний

(розробка дидактико-методичного блоку) і практичний (динаміка дослідницької компетентності учнів (педагогічний експеримент), професійне зростання педагогічних працівників (педагогічний експеримент) та розширення мережі секцій «ГІС та ДЗЗ»). Окреслено напрями реалізації моделі ІОС з основ ДЗЗ: організаційні, методичні, підвищення кваліфікації освітян, заходи для учнів, співпраця з науковими, освітніми закладами та комерційними організаціями.

Практично перевірено ефективність впровадження моделі в систему МАНУ відповідно до етапів освітньо-наукової інновації. Окреслено результативність десяти етапів упровадження моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ як освітньо-наукової інновації. Описано результати педагогічного експерименту, який передбачав дослідження розвитку дослідницької компетентності учнів секції «ГІС та ДЗЗ» через їх участь у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ та через участь педагогів МАНУ в курсах «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. Участь у заходах відбувалася в онлайн форматі. У дослідженні взяли участь 286 учнів (141 в формувальному етапі педагогічного експерименту: 73 у контрольній групі (учні МАНУ, які не брали участі у Всеукраїнській літній школі з основ ДЗЗ 2022 року) та 68 в експериментальній). Визначено критерії (ціннісно-мотиваційний, когнітивно-дослідницький та процесуально-рефлексивний) та показники сформованості дослідницької компетентності.

За результатами педагогічного експерименту визначено, що існує істотна відмінність у рівнях сформованості дослідницької компетентності учнів у КГ та ЕГ, згідно визначених критеріїв. За ціннісно-мотиваційним критерієм кількість учнів в ЕГ з низьким рівнем знизилася на 10,29% (у КГ на 2,75%), середнім – знизилася на 8,83% (у КГ на 4,11%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 6,84%). За когнітивно-дослідницьким критерієм кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 7,36% (у КГ на 9,59%), з середнім рівнем знизився на 11,76% (у КГ зріс на 8,22%), з високим рівнем зросла на 19,12% (у КГ на 1,37%). За процесуально-рефлексивним критерієм

кількість учнів з низьким рівнем знизилася на 13,24% (у КГ на 9,58%), середнім рівнем знизилася на 8,82% (у КГ зріс на 6,85%), з високим зросла на 22,06% (у КГ на 2,74%). Отже після експерименту простежується загальна тенденція до збільшення кількості учнів з високим рівнем в ЕГ та середнім рівнем в КГ, кількість учнів з низьким рівнем мають тенденцію до зменшення в обох групах. Для статистичного обґрунтування результатів дослідження використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стюдента.

Проаналізовано розвиток навичок 4К через участь учнів в таких проєктах як: Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ, Всеукраїнський конкурс екологічних проєктів «Екопогляд», Всеукраїнський конкурс «Save Спадок» та III етап Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів МАНУ у секції «ГІС та ДЗЗ».

Педагогічний експеримент серед освітян передбачав дослідження професійного зростання педагогів через їх участь у курсі за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування» у 2022 році. У дослідженні взяли участь 248 освітян (55 в формувальному етапі педагогічного експерименту). Констатувальний етап експерименту проходив з 2017 року по 2019 рік, у ньому взяли участь 193 освітянина закладів загальної середньої освіти міста Києва. Було розроблено та апробовано курс «Основи ДЗЗ».

Визначено критерії (суб'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ; об'єктивна оцінка знань з основ ДЗЗ та суб'єктивна оцінка можливості використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі) та показники дослідження. Згідно усереднених значень за критеріями дослідження можемо зробити висновки про динаміку до збільшення частки освітян з високим рівнем як в КГ так і в ЕГ, зокрема на 11,11% та 21,43% відповідно. Частка освітян з середнім рівнем в обох групах має незначну тенденцію до зменшення, зокрема в КГ на 1,23% а в ЕГ на 1,19%. Досить високу тенденцію до зменшення має кількість учасників з низьким рівнем у КГ на 9,88%, а в КГ на 20,24%.

Узагальнюючи результати визначено зростання кількості освітян з високим рівнем здебільшого за рахунок зменшення частки з низьким рівнем. Для статистичного обґрунтування результатів дослідження використано метод перевірки статистичних гіпотез за критерієм Стюдента.

Встановлено перспективні напрямки впровадження ІОС з основ ДЗЗ в МАНУ: технологізація освітнього процесу, його міждисциплінарність, забезпечення міжнародної співпраці, та розвиток таких напрямків, як освіта для сталого розвитку та відновлення. Також розроблено методичні рекомендації щодо ефективного впровадження авторської ІОС з основ ДЗЗ у масову освітню практику, які згрупували у блоки нормативні, організаційні та рекомендації освітянам, які хочуть впровадити технології ГІС та ДЗЗ в освітній процес.

Проведене дослідження не вичерпує всіх аспектів проблеми теоретичного обґрунтування та практичного впровадження ІОС з основ ДЗЗ в освітній процес МАНУ. Перспективними напрямками подальших наукових розвідок є адаптація розробленої моделі авторської ІОС з основ ДЗЗ до умов освітнього процесу закладів позашкільної освіти за межами МАНУ, зокрема, закладів загальної середньої та вищої освіти, розробка технологій формування дослідницької компетентності учнів секцій «ГІС та ДЗЗ» технологіями аерофотознімання безпілотних літальних апаратів та використання технологій штучного інтелекту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Академія «Copernicus» НЦ «МАНУ». *Сайт НЦ МАНУ* : веб-сайт. URL: http://man.gov.ua/ua/activities/akademii_copernicus (дата звернення: 12.02.2024).
2. Алексик Н.І., Яковлева Т.М., Томченко О. В., Бабійчук С.М. Результати застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем у науково-дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія «Педагогічні науки»*, 2019. Вип. 15. С. 6-13.
3. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2 / Бабійчук С. М., Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Томченко О. В. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 224 с. ISBN 978-617-7945-20-7
4. Андрущенко В. П. Світанок Європи. Проблема формування нового учителя для об'єднаної Європи XXI століття. Київ: Знання України, 2011. 1099 с.
5. Андрущенко Т. І. Відображення культурної спадщини України з використанням електронних карт в середовищі геоінформаційної системи «МАН України» / Андрущенко Т. І., Бревус С. М., Гальченко С. А. та ін.]. Київ: ТОВ «СІТПРІНТ», 2013. 120 с.
6. Андрущенко Т. І., Бревус С. М., Гальченко С. А. Відображення культурної спадщини України з використанням електронних карт в середовищі геоінформаційної системи «МАН України». Київ: ТОВ «СІТПРІНТ», 2013. 120 с.
7. Бабійчук С. М., Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 24 с.

8. Бабійчук С. М., Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 28 с.
9. Бабійчук С. М., Томченко О. В. Навчальна програма з позашкільної освіти : дослідницько-експериментальний напрям. обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 30 с.
10. Бабійчук С. М. Геоінформаційні системи та дистанційне зондування землі як засоби інформатизації дисциплін природничого циклу в Малій академії наук України. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2018. № 1. С. 3–11. DOI 10.24139/2312-5993/2018.01/003-011
11. Бабійчук С. М. До питання ролі наукового методу в освіті наукового спрямування. *Збірник наукових праць проблеми підготовки сучасного вчителя*, 2020. №2. С. 6–11. [https://doi.org/10.31499/2307-4914.2\(22\).2020.219368](https://doi.org/10.31499/2307-4914.2(22).2020.219368)
12. Бабійчук С. М. Основні етапи учнівського дослідження на уроках науки в школах США. *Психолого-педагогічні проблеми сільської школи*, 2018. Вип. 58. С. 54–59.
13. Бабійчук С. М. Формування навичок «4К» на основі дослідницької діяльності учня. *Гірська школа Українських Карпат*, 2020. №22. С. 171–174.
14. Бабійчук С. М. STEM-освіта у США: проблеми та перспективи. *Педагогічний часопис Волині*, 2018. № 1. С. 12–17.
15. Бабійчук С. М. Деякі підходи до розуміння терміна «наукова картина світу». *Актуальні питання гуманітарних наук*, 2020. С. 206–212.
16. Бабійчук С. М. Застосування геоінформаційних систем у дослідницьких роботах учнів Київської Малої Академії Наук. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 155. С. 89-92.

17. Бабійчук С. М. Наукова освіта у школах США: ретроспективний аналіз. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Сер. : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 1. С. 224–228.
18. Бабійчук С. М. Наукова освіта як педагогічний концепт. *Молодь і ринок*, 2018. № 2. С. 60–63.
19. Бабійчук С. М. Науково-дослідницькі роботи учнів-членів Київської Малої академії наук, виконані з використанням концепту STEM-освіти. *Наукові записки Малої академії наук України. Серія : Педагогічні науки*, 2017. Вип. 10. С. 208-219.
20. Бабійчук С. М. Огляд ролі наукового методу в освітній сфері епохи Нового часу. *Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: "Педагогічні науки"*, 2020. Вип. 2.2020. С. 10–15.
21. Бабійчук С. М. Педагогічна концепція «наукова освіта». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2020. №23. С. 14–21.
22. Бабійчук С. М. Передумови зародження наукової освіти в епоху Відродження. *Науковий вісник Мукачівського державного університету. Серія: Педагогіка та психологія*, 2017. Вип. 2. С. 19–21.
23. Бабійчук С. М. Пріоритетні шляхи реформування наукової освіти США. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 151(1). С. 156–159.
24. Бабійчук С. М. Результати впровадження STEM-освіти у Київській Малій академії наук. *Тези доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «STEM-освіта: стан впровадження та перспективи розвитку»*. Київ : ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти», 9-10 лист. 2017. С. 15–18.
25. Бабійчук С. М. Результати організації Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд». *Освітній дискурс збірник наукових праць*, 2023. № 46 (10-11). С. 82–90. [https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.46\(10-11\)-9](https://doi.org/10.33930/ed.2019.5007.46(10-11)-9)
26. Бабійчук С. М. Ретроспективний аналіз ролі освіти та науки у братських школах України. *Інноватика у вихованні*, 2018. Вип. 7(2). С. 46–53.

27. Бабійчук С.М. Першопричини зародження наукової освіти в період становлення античної філософії. *Професіоналізм педагога: теоретичні й методичні аспекти*. Слов'янськ, 2017. Вип. 6. С. 128–136.
28. Бабійчук С.М., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Застосування сервісу EO Browser в освітній діяльності: досвід лабораторії «ГІС та ДЗЗ» Малої академії наук України. *Перспективи впровадження ГІС-технологій у прикладні дослідження* : збірник результатів науково-прикладних досліджень. Київський нац. ун-т ім. Тараса Шевченка, Географічний факультет [та ін.], Київ, 2020. С. 42-45.
29. Бабійчук С.М., Томченко О.В. Моніторинг наслідків російсько-української війни інструментами ДЗЗ: збірник практичних робіт за ред. С.О. Довгого. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2023. 35 с.
30. Багров М.В., Ена В. Г., Лавров В.В. В. И. Вернадский и Крым: Люди, места, события. Киев: Либідь, 2004. – 312 с.
31. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі : Навчальний посібник. Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. 712 с
32. Балалаєва О. Ю. Кореляція дидактичних принципів науковості і доступності при розробці електронних посібників. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2013. № 6. С. 327-334.
33. Березівська Л.Д. Державна політика щодо диференціації організації і змісту шкільної освіти в Україні в імперську добу (кінець ХІХ ст.–1917 р.). *Історико-педагогічний альманах, Історико-педагогічний альманах*, 2011. Вип. 2. С. 44-52.
34. Биков В. Ю. Відкрите навчальне середовище та сучасні мережні інструменти систем відкритої освіти. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 2 : Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*, 2010. №. 9. С. 9-15.
35. Биковська О. В. Сучасні положення теорії та методики позашкільної освіти. *Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент*, 2010. Вип. 2. С. 171-180.

36. Бібік Н. М. Переваги і ризики запровадження компетентнісного підходу в шкільній освіті. *Український педагогічний журнал*, 2015. № 1. С. 47-58.
37. Біда О. А. Зміст поняття «дослідницька компетентність» у вітчизняній та зарубіжній літературі. *Вісник Черкаського університету*, 2017. №15. С. 3–6.
38. Біда О. А., Сироєжко О. В., ШовшК. С. Роль дослідницької компетентності при підготовці майбутніх фахівців. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*, 2022. № 206. С.12-17.
39. Біднов В. Школа й освіта на Україні. *Ізборник* : веб-сайт. URL: http://man.gov.ua/ua/activities/akademiiia_copernicus (дата звернення: 11.02.2024).
40. Білик Н. І., Михайлик Л. В. Орієнтація учнів профільних класів на наукову діяльність. *Директор школи*, 2006. № 23–24. С. 29–35.
41. Близнюк М. М. Інформаційні технології у технологічній освіті. *Перспективи та інновації науки (Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»)*, 2022. № 9(14). С.43-52.
42. Близнюк М. М. Інноваційні технології в галузі технологічної освіти. *Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Серія: Педагогіка*, 2020. № 52. С.32-41.
43. Бойко А. М. Упровадження інновацій – стратегія прискореного розвитку педагогічної практики і теорії / А. М. Бойко // *Постметодика*. - 2010. - № 2. - С. 16-23.
44. Бойко А. М. Виховання людини нове і вічне: монографія. Полтава: Техсервіс, 2006. 568 с.
45. Бойко А. М. Оновлена парадигма виховання: шляхи реалізації : наук.-метод. посіб. Київ:ІЗМН, 1996. 232 с.
46. Бойко А. М. Педагогіка в єдності методології, теорії, практики. URL: <https://enpuir.npu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/38435/Boiko%20A.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

47. Бойко А. М. Упровадження педагогічної інноватики в практику виховання : монографія / А. М. Бойко ; Полт. нац. пед. ун-т імені В. Г. Короленка. – Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2011. – 384 с.
48. Бойко А. М. Упровадження педагогічної інноватики в практику виховання : монографія . Полтава : ПНПУ імені В. Г. Короленка, 2011. – 384 с.
49. Бойко А. Упровадження педагогічної інноватики в масову практику виховної діяльності. *Педагогічні науки*, 2011. Вип. 3. С. 5-16.
50. Бойко А.М. Виховання людини: нове і вічне: монографія. Полтава: Техсервіс, 2006. 568 с
51. Бойко А.М. Суб'єкт-суб'єктні відносини. Енциклопедія освіти; головний ред. В.Г.Кремень. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.
52. Бойко А.М. Упровадження педагогічної інноватики в практику виховання: монографія / А.М. Бойко. – Полтава: ПНПУ ім. В.Г. Короленка, 2011.– 384 с
53. Бондар С. П. Компетентнісна спрямованість змісту і структури навчального предмета в умовах фундаменталізації освіти [Текст] / С. П. Бондар // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 17. Теорія і практика навчання та виховання. – Вип. 20 : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – 232 с. – С. 10–23.
54. Борозенець, Наталія Сергіївна. Дослідницька компетентність майбутніх бакалаврів з аграрних наук та аспекти її формування при вивченні математичних дисциплін [Текст] : монографія / Борозенець Н. С. ; Сум. держ. пед. ун-т ім. А. С. Макаренка. - Суми : Цьома С. П. [вид.], 2019. - 294 с.
55. Братські школи. Острозька школа-колегіум [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://izbornyk.org.ua/mykytas/myk04.htm>
56. Бревус С.М., Ніколенко Л. Г., Норчевський Р. В. Основи створення електронних карт на базі програмного забезпечення Arcgis 10.1. Київ: ТОВ «СІТПРІНТ», 2013. 142 с.

57. Буренко В. М., Редько, В. Г. Стратегічні напрями розвитку сучасної шкільної іншомовної освіти. *Іноземні мови в сучасній школі*, 2012, № 4. С. 28-33.
58. Бурчак Л. В. Формування дослідницької компетентності майбутнього вчителя хімії в системі вищої освіти : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.04.Полтава, 2011. 20 с.
59. Бусел В.Т. Великий тлумачний словник сучасної української мови: 250000. Ірпінь: Перун, 2005. 1728 с.
60. В. И. Вернадский. Жизнь и деятельность на Украине / Сытник К. М., Апанович Е. М., Стойко С. М. Киев: Наукова думка, 1988. 382 с.
61. Важинський С.Е., Щербак Т. І. Методика та організація наукових досліджень : Навч. посіб. Суми: СумДПУ імені А. С. Макаренка, 2016. – 260 с.
62. Велитченко Л. К. Психологічні основи педагогічної взаємодії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра психол. наук: 19.00.07. Київ, 2006. 41 с.
63. Веліховська А. Б.. Реалізація основних принципів компетентнісно-спрямованої та практико-орієнтованої освіти в підготовці молодих спеціалістів у рамках дворічного стажування на базі Миколаївського ОППО. *Комп'ютер у школі та сім'ї*, 2014. № 5. С. 34-36
64. Вернадский В. И. Дневники 1917-1921: январь 1920- март 1921 / сост. С. Н. Киржаев [и др.]; НАН Украины, Национальная библиотека им. В.И. Вернадского. Киев: Наукова думка, 1997. 327 с.
65. Вернадский В. И. Оправдание науки. *Наука та наукознавство*, 2012. № 3. С. 23-28.
66. Вернадський В. І. Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського. Т. 9. Володимир Іванович Вернадський. Щоденники (1917-1921) / В. І. Вернадський ; ред. : А. Г. Загородній, О. С. Онищенко, В. А. Смолій ; НАН України, Комісія з наукової спадщини академіка В. І. Вернадського, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Ін-т історії України, Архів. Київ : [б. в.], 2011. 742 с.

67. Вернадський В. І. Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського . Т. 1. Володимир Іванович Вернадський і Україна. Кн. 2. Вибрані праці / В. І. Вернадський ; уклад. О. С. Онищенко [та ін.] ; НАН України, Нац. б-ка України ім. В. І. Вернадського, Ін-т історії України. Київ : [б. в.], 2011. 584 с. (Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського : ювілейна серія).
68. Використання електронних освітніх матеріалів у освітньому процесі: сучасні підходи і технології Нової української школи. Випуск 1 : Навчально-методичний посібник / Л.Лисогор, С.Берендєєв, Ю.Косенчук. Київ, 2023. 117 с.
69. Вишківська В. Організація процесу навчання в новій українській школі: теоретико-практичний аспект. *Молодь і ринок*, 2019. № 11. С. 115-119.
70. Відкриті освітні ресурси для організації навчання у контексті STEM-освіти / Н. О. Кушнір, Н. В. Валько, Н. В. Осипова, Л. В. Кузьмич. // *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*, 2017. Вип. 3. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/oeeetu_2017_3_41 (дата звернення: 12.02.2024).
71. Гаман П. І. Суб'єкт-об'єктна та комунікативна парадигми організації і функціонування місцевого самоврядування. *Державне управління: удосконалення та розвиток*, 2011. № 9. С. 1-4.
72. Генкал С. Е. Формування предметної компетентності в учнів профільних класів на уроках біології. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2013. № 4 (30). С. 127-135.
73. Гінзбург М. Д. Наукова картина світу як засіб інтегрувати та систематизувати фахові знання. *Вісник Національного авіаційного університету. Сер. : Філософія. Культурологія*, 2012. № 2. С. 9-17.
74. Глазерсфельд Е. Вступ до радикального конструктивізму. *Філософська думка : український науково-теоретичний часопис НАНУ*, , 2001. № 2. С. 33-58.
75. Головань М. С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*, 2008. № 3. с.23-30.

76. Головань М. С. Модель формування дослідницької компетентності майбутніх фахівців у процесі професійної підготовки. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології СумДПУ імені А. С. Макаренка*, 2012. № 5 (23). С. 196-205
77. Головань М. С., Яценко В. В. Сутність та зміст поняття «дослідницька компетентність». *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі: збірник наукових праць. Випуск VII*. Кривий Ріг: Видавничий відділ НМетАУ, 2012. с. 55-62.
78. Головань, М.С. Компетенція і компетентність: досвід теорії, теорія досвіду. *Вища освіта України*, 2008. № 3. С. 23-30.
79. Гончаренко С. У. Дидактична концепція змісту освіти. Сучасні інформаційні технології та інноваційні методи навчання в підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми: зб. наук. пр. / Ін-т. педагогіки і психології проф. освіти АПН України, Вінниц. держ. пед. ун-т імені Михайла Коцюбинського. К.; Вінниця, 2002. Вип. 2, ч. 1. С. 22 – 26.
80. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ: Либідь, 1997. 373 с.
81. Гончаренко С., Кушнір В., Кушнір Г. Основи методологічних знань вчителя. *Наук. зап. Сер.: Пед. науки Кіровогр. держ. пед. ун-т ім. Володимира Винниченка*, 2006. Вип. 71. С. 3–6.
82. Гоцуляк Ю. В. «Наукова освіта» як світова тенденція у вітчизняному освітньому просторі: теоретичний та нормативно-правовий контекст. *Матеріали XLV Науково-технічної конференції ВНТУ*, Вінниця, 23-24 березня 2016 р. URL: : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-hum/all-hum-2016/paper/view/417> (дата звернення: 26.12.2013).
83. Гоцуляк Ю. В., Гальченко М. С. Наукова освіта в Україні: теоретичний та нормативно-правовий контекст. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*, 2016. № 4. С. 5-11.
84. Грабченко А.І., Федорович В.О., Гаращенко Я.М. Методи наукових досліджень: Навч. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2009. 142 с

85. Гриневич Л. М. Освіта після пандемії. Частина 2. Тренди майбутнього шкільної освіти . *Нова українська школа*. URL: <https://nus.org.ua/view/osvita-pislya-pandemiyi-chastyna-2-trendy-majbutnogo-shkilnoyi-osvity/> (дата звернення: 12.02.2024).
86. Грудинін Б.О. Дослідницька компетентність учнів старших класів у процесі навчання фізики: теорія і практика: монографія. Харків, 2017. 421 с.
87. Грушевський М. С. Історія України-Руси. Том I. Розділ IX. URL: <http://litopys.org.ua/hrushrus/iur1.htm> (дата звернення: 02.02.2024).
88. Грушевський М. С. Історія України-Руси. Том III. Розділ IV. URL: <http://litopys.org.ua/hrushrus/iur3.htm> (дата звернення: 02.02.2024).
89. Грушевський М. С. Історія України-Руси. Том VI. Розділ V. URL: <http://litopys.org.ua/hrushrus/iur6.htm> (дата звернення: 02.02.2024).
90. Гуцало С. Тауфік Кезма і його переклад «Опису подорожі Макарія Антиохійського...» [Електронний ресурс]. URL: http://shron.chtyvo.org.ua/Hutsalo_Serhii/Taufik_Kezma_i_ioho_pereklad_Opys_u_podorozhi_Makariia_Antiokhiiskooho.pdf(дата звернення: 02.02.2024).
91. Даценко Л. М. Навчальна картографія в умовах інформатизації суспільства: теорія і практика : монографія. Київ: ДНВП «Картографія», 2011. 228 с.
92. Даценко Л.М., Остроух В.І. Основи геоінформаційних систем і технологій : навч. посібник. Київ, 2013. 184 с.
93. Дем'яненко Н. М. Інноваційні трансформації освітнього простору педагогічного університету. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2015. Вип. 130. С. 20-25.
94. Дем'яненко Н. М. Педагогічна інноватика: від термінологічного обґрунтування до критеріїв упровадження. *Проблеми освіти : наук. зб. / Інститут інноваційних технологій і змісту освіти МОН України*. Київ, 2014. Вип. № 78, ч. 1. С. 19-26. 11.

95. Дем'яненко Н. М. До джерел вищої педагогічної освіти в Україні: дати, події, аналітичний коментар [Електронний ресурс]. *Міжнародний науковий форум: соціологія, психологія, педагогіка, менеджмент*, 2009. Вип. 1. С. 230-243.
96. Дем'яненко Н. М. Теоретичні засади впровадження педагогічних інновацій у контекстну підготовку магістрів. *Педагогічні науки : збірник наукових праць ; Полтавський національний педагогічний університет імені В. Г. Короленка*, 2014. Вип. 60. С. 66-75.
97. Дем'яненко Н. М. Компетентнісно-професійний підхід у підготовці магістрів. *Педагогічні науки*, 2009. Вип. 1. С. 48-54.
98. Дем'яненко Н. Інноваційні підходи до підготовки педагогічних кадрів. *Педагогічні науки*, 2012. Вип. 54. С. 46-54
99. Державний стандарт базової і повної середньої освіти // Затв. постановою Кабінету Міністрів України від 23.11.2011 № 1392 (зі змінами згідно з Постановою КМ № 538 від 07.08.2013)
100. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах: навч.-метод. посіб. / Довгий С. О., Бабійчук С. М., Кучма Т.Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с. ISBN 978-617-7945-11-5
101. Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine : навч. посіб. / Бабійчук С. М., Гордієнко О. В., Томченко О. В., Давибіда Л. І., Коблюк Н. С., Пікуль С. Т. за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 116 с. ISBN 978-617-7945-58-0
102. Дистанційне зондування Землі: практикум. *Мала академія наук України*. URL: <https://platform.man.gov.ua/video/091863e5-c707-4209-a9d0-40979c89db5c> (дата звернення: 12.02.2024).
103. Дичківська І. М. Інноваційні педагогічні технології : навчальний посібник. Київ : Академвидав, 2004. 352 с.

104. Дичківська І.М. Інноваційні педагогічні технології: підручник. 3-е вид., доповн. Київ: Академвидав, 2015. 305 с.
105. Дічек Н. П. Поняттєво-термінологічні особливості вивчення педагогічного новаторства. *Освітологія: Польськоукраїнський / українсько-польський журнал*, 2012. Вип. 1. С. 62-68.
106. До 150-річчя від дня народження В. І. Вернадського. Переднє слово. *Наука та наукознавство*, 2012. № 3. С. 5-6. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NNZ_2012_3_3 (дата звернення: 12.02.2024).
107. Добронравова И. С. Синергетика: становление нелинейного мышления. Киев: Лыбидь, 1990. 147 с.
108. Довгий С. О., Бабійчук С. М. Застосування геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі у дослідницькій діяльності старшокласників: монографія. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2017. 228 с. ISBN 978-966-2633-89-4.
109. Довгий С. О., Бабійчук С. М., Юрків Л. Я., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Данилов С. О. Застосування супутникових знімків у дослідницьких роботах учнів Малої академії наук України. Інформаційні технології і засоби навчання, 2020. № 80(6). С. 21–38. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4053>
110. Довгий С.О., Бабійчук С.М., Томченко О.В., Лялько В. І. Досвід проведення спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» для педагогічних працівників. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 2021. №21. С. 1–7.
111. Довгий С.О., Копійка О.В., Бабійчук С.М. Інтерпретація (дешифрування) та аналіз супутникових знімків Геоінформатика: теорія і практика: колективна монографія. Київ: Інститут обдарованої дитини Національної академії педагогічних наук України, 2023. 787 с. ISBN 978-617-7945-60-3.

112. Довгий С.О., Терлецька К.В., Бабійчук С.М. Кліматична освіта в Малій академії наук України. Національний центр «Мала академія наук України», 2020. № 2 (18). С. 3–13.
113. Дубасенюк О.А. Інновації в сучасній освіті. Інновації в освіті: інтеграція науки і практики: збірник науково-методичних праць/ за заг. ред. О.А. Дубасенюк. Житомир : Вид-во ЖДУ ім. І.Франка, 2014. С. 12-28.
114. Екопогляд: супутникові дані у дослідженні природи. *Мала академія наук України*. 2023. URL: <https://platform.man.gov.ua/video/7f87f0ad-be20-4604-ba33-89b5a12da79f> (дата звернення: 12.02.2024).
115. Енциклопедія Сучасної України. *Інститут енциклопедичних досліджень НАН України*. URL: <http://esu.com.ua/search.php?surname=%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BF%D1%86%D1%96%D1%8F&litera=%D0%9A> (дата звернення: 12.02.2024).
116. Євтух М. Б., Борисенко Л. Л. Науково-практичні підходи до проблеми формування науково-дослідницької компетентності майбутніх економістів. *Духовність особистості: методологія, теорія і практика*. - 2012. Вип. 5. С. 88-104.
117. Жданова І. Що робити з наукою в школі. URL: <https://osvita.ua/blogs/49707/> (дата звернення: 12.02.2024).
118. Жигірь В. Методи дослідження статистичних даних професійної педагогіки у підготовці менеджерів до освітньої діяльності. *Молодь і ринок*, 2010. С. 60–65.
119. Жук Ю. О. Дослідницька компетентність у межах комп'ютерно орієнтованої діяльності старшокласника. Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2012 рік : наукове видання. Інститут педагогіки. Київ, 2013. С. 89-90.
120. Заблоцька О. С. Компетентність, кваліфікація, компетенція як ключові категорії компетентнісної парадигми вищої освіти. *Вісник Житомир. держ. ун-ту ім. І. Франка*, 2008. Вип. 39. С. 52–56.

121. Загородній А.Г., Волков С.В., Онищенко О.С., Шестопапов В.М. В.І. Вернадський – вчений, мислитель, організатор науки. *Вісн. НАН України*, 2013. № 3. С. 8-37.
122. Загородня А.. Диференціація змісту навчання у старшій школі: історико-аналітичний аспект. *Молодь і ринок*, 2018. №3. С.30-35.
123. Закон «Про Освіту» . URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> (дата звернення: 12.02.2024).
124. Збірник інноваційних практик наукової освіти учнів Малої академії наук України / Ковальова О.А., Міленіна М.М., Кузьменко Г.В, Бурлаєнко Т.І., Бабійчук С.М., Дубініна О. В., Казакова О.І. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2021. 122 с. ISBN 978-617-7734-35-1.
125. Зязюн І. А. Філософія педагогічної якості в системі неперервної освіти. *ВІСНИК Житомирського державного університету імені Івана Франка*, 2005. № 25. С. 13-18.
126. Ільїна О.О. Формування готовності майбутніх учителів початкових класів до виховання культури гендерних відносин у молодших школярів: автореф дис. на здобуття наук. ступеня кан-та пед. наук: 13.00.04. Харків, 2021. 23 с.
127. Інноваційні авторські освітньо-виховні системи: досвід учителів України : науково-методичний посібник (за результатами магістерського науково-контекстного проекту) / магістранти-автори проекту: Багінська О. О., Буряк Н. Б., Гарбуз О. А., Данчук Д. О., Заболоцька К. В., Кочконян Г. О., Мусійчук О. П., Назаренкова Я. С., Сербулова Г. В., Харабара М. О., Швець А. В.; консультування : Дем'яненко Н. М., Акініна Н. Л., Багрій Т. В., Кравченко І. М., Смікал В. О.; наукове обґрунтування Проекту і заг. ред. Посібника Дем'яненко Н. М. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2021. 353 с.
128. Інформаційно-освітнє середовище професійно-технічних навчальних закладів: посібник / Карташова Л. А., Юрженко В. В., Гуралюк А. Г., Липська

- Л. В., Гуменна Л. С., Зуєва А. Б., Шупік І. М., Ростока М. Л., Шевченко В. Л. За наук. ред. Лузана П. Г. Київ: ІПТО НАПН, 2017. 124 с.
129. Йолон П. Ф., Крымский С. Б., Парохонский Б. А. Рациональность в науке и культуре. Киев: Наукова думка, 1989. 288 с.
130. Клепко С.Ф. Наукова робота і управління знаннями: навчальний посібник. Полтава: ПОІППО, 2005. 201с.
131. Климчук С. В. Дослідницька компетентність соціальних працівників: сучасні підходи до визначення. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Педагогіка, психологія, філософія*, 2017. Вип. 259. С. 125-130.
132. Кобринский А. Феномен Сократа. Ізраїль: Беер-Яков, 1998. 304 с.
133. Ковалів Ю. І. Літературознавча енциклопедія: У двох томах. Т. 1. Київ: ВЦ «Академія», 2007. 608 с.
134. Ковальова О. А., Кузьменко Г. В, Бабійчук С. М. Теоретико-прикладні аспекти створення інноваційних освітніх методик у системі Малої академії наук України. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи*, 2021. №26. С. 7–15. [https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1\(26\)-7-15](https://doi.org/10.32405/2413-4139-2020-1(26)-7-15)
135. Козак Л. В. Формування дослідницької компетенції майбутніх викладачів дошкільної педагогіки і психології. *Неперервна професійна освіта : теорія і практика*, 2014. Випуск 1-2. С. 55–60.
136. Колінець Г. Г. Формування дослідницьких здібностей у старшокласників. *Обдарована дитина*, 1999. № 5. С. 29-39.
137. Комарницька, В. А. Психологічні компоненти готовності старшокласників до вивчення іноземної мови у вищому навчальному закладі. *Вісник Житомирського державного університету імені Івана Франка*, 2012. № 65. С.136-140.
138. Компетентнісний підхід у сучасній освіті: світовий досвід та українські перспективи: Бібліотека з освітньої політики / Під заг. ред. О.В.Овчарук. Київ: К.І.С., 2004. 112 с.

139. Концепція Нової української школи . *МОН України*. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/nova-ukrainska-shkola-compressed.pdf> (дата звернення: 12.02.2024).
140. Кремень В. Г. Якісна освіта і нові вимоги часу. *Директор школи, ліцею, гімназії*, 2013. № 4. С. 4-11.
141. Кремень В. Г. Проблеми якості української освіти в контексті сучасних цивілізаційних змін. *Український педагогічний журнал*, 2015. № 1. С. 8-15.
142. Кремень В.Г. Якісна освіта і нові вимоги часу. Педагогічна і психологічна науки в Україні. Т. 1: Теорія та історія педагогіки. Київ: *Педагогічна думка*, 2007. С. 11–24
143. Кремінський Б. Г. Формування сучасного наукового стилю мислення учнів в процесі навчання фізики: дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Український держ. педагогічний ун-т ім. М.П. Драгоманова. Київ, 1997. 201 с.
144. Крымский С Б. Научное знание и принципы его трансформации. Киев: *Наукова думка* , 1974. 198с.
145. Кузьменко, О. С. Розвиток наукового мислення студентів в процесі розв'язування задач професійного спрямування із загального курсу фізики. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Педагогіка. Соціальна робота*, 2013. Вип. 28. С. 91–94.
146. Кучай Т., Гончарук В., Зорочкіна Т. Формування готовності майбутнього фахівця до використання інформаційних технологій. *Соціальна робота та соціальна освіта. Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини*, 2023. № 2(11): 157-161 DOI: [https://doi.org/10.31499/2618-0715.2\(11\).2023.291891](https://doi.org/10.31499/2618-0715.2(11).2023.291891).
147. Кучай Т. Ніколаєску І. Дудова Д. Теоретичні аспекти дидактичного забезпечення інформаційних технологій навчання в освітньому просторі України. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: Центральноукраїнський державний університет імені Володимира Винниченка*, 2024. Випуск 213. 37-40.

148. Лабораторія «ГІС та ДЗЗ» - Академія Copernicus МАНУ. URL: https://www.facebook.com/groups/CopernicusUA?locale=uk_UA (дата звернення: 12.02.2024).
149. Лавриченко Н. «РУКИ В ТІСТІ» – ІННОВАЦІЙНИЙ ОСВІТНІЙ ПРОЕКТ У ФРАНЦІЇ. *Порівняльно-педагогічні студії*, 2015. №3. С. 59–67.
150. Лейко С. В. Поняття «компетенція2 та «компетентність»: теоретичний аналіз. *Педагогічний процес: теорія і практика*, 2013. Вип. 4. С. 128-135.
151. Липова Л. А., Войцехівський М. Ф., Замаскіна П. І. Диференціація як провідний принцип допрофільної підготовки учнів основної школи. *Рідна школа*, 2011, №1-2 С. 56-60.
152. Липова Л. Метод наукового дослідження як чинник формування фундаментальних природничих знань. *Рідна школа*, 2014. № 1-2. С. 31-34.
153. Лисогор Л., Сергій Б., Юлія К.. Використання електронних освітніх матеріалів у освітньому процесі: сучасні підходи і технології Нової української школи. Випуск 1 : Навчально-методичний посібник. Київ, 2023. 117 с.
154. Лісова С.В. Професійна педагогічна освіта: компетентнісний підхід: монографія / за ред. О. А. Дубасенюк. Житомир : Видво ЖДУ ім. І. Франка, 2011. С. 34-53.
155. Локшина О. І. Порівняльна педагогіка в Україні у вимірі розвитку світової компаративістики. *Український педагогічний журнал*, 2015. № 1. С. 36-46.
156. Локшина О.І. Становлення «компетентнісної ідеї» в європейській освіті. *Реалізація європейського досвіду компетентнісного підходу у вищій школі України: матер. методологічного семінару*. Київ: Пед. думка, 2009. С. 19–33.
157. Лук'янова Л. Неперервна освіта впродовж життя: історичний огляд, сучасні реалії. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Педагогіка*, 2015. № 1 (15). С. 187-192.

158. Любчак Н. М. Теоретичні аспекти визначення сутності дослідницької компетентності майбутнього вчителя. *Проблеми сучасної педагогічної освіти. Педагогіка і психологія*, 2013. Вип. 39 (4). С. 33-40.
159. Ляшенко О. І. Модернізація змісту освіти як чинник реформування української школи. Фізика як змістовий і концептуальний елемент природничої освіти і її роль у процесі розбудови нової української школи: *матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Чернігівські методичні читання з фізики та астрономії. 2019»*, 2019. С. 3-5.
160. Мартиненко О. В., Ковтун Г. І. Дослідницька компетентність учителя математики та економіки: специфіка формування. *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології*, 2014. № 5. С. 286-294.
161. Марущенко О.А. Становлення інноваційної освіти в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. соціол. наук: 22.00.04 . Харків, 2004. 20 с.
162. Марченко О. В. Формування культури мислення старшокласників засобами дослідницької діяльності: дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: 13.00.09. Київ, 2007. 270 с.
163. Матвієнко О. В. Шляхи та умови формування гуманістичних цінностей у дітей молодшого шкільного віку. *Теоретико-методичні проблеми виховання дітей та учнівської молоді*, 2014. Вип. 18(1). С. 466-473.
164. Матвієнко О. В. Штучний інтелект у підготовці майбутніх учителів початкової школи до роботи з освітнім медіаконтентом. *Освітньо-науковий простір*, 2023. Вип. 4(1). С. 112-121.
165. Матвієнко Ф. П. Антична філософія (від Мілетської школи до Аристотеля). Київ: Знання, 2000. 40 с.
166. Мачинська Н.І., Стельмах С.С. Сучасні форми організації навчального процесу у вищій школі: навчально-методичний посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2012. 180 с.
167. Машук, І. О. Формування психологічної готовності учнів спеціалізованих загальноосвітніх закладів міліції до навчально-службової

- діяльності в системі МВС України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук: 19.00.06. Київ, 2008. 20 с.
168. Мерзликін О. В. До визначення поняття «дослідницькі компетентності старшокласників з фізики». *Наукові записки Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 2.*, 2015. Випуск 7. С. 192-197.
169. Методологія наукових досліджень : навч. посіб. / Зацерковний В. І., Тішаєв І. В., Демидов В. К.. Ніжин : НДУ ім. М. Гоголя, 2017. 236 с.
170. Микитась В. Давньоукраїнські студенти і професори. Київ: Абрис, 1994. 288 с.
171. Мислення та інтелект / Ю.Л. Трофімов, В.В. Рибалка, П.А. Гончарук. Психологія. – Київ : Либідь, 2003. – 560 с.
172. Мієр, Т. І. Дидактичні засади організації навчально-дослідницької діяльності молодших школярів [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня док-ра пед. наук: 13.00.09. Київ, 2017. 44 с.
173. Мордовцева Н. В. Компетентнісний підхід до формування мовної особистості молодшого школяра. *Вісник Луганського національного університету імені Тараса Шевченка. Педагогічні науки*, 2013. № 13(3). С. 114-119
174. Мосейчук А. Р. Дослідницька компетентність майбутніх фельдшерів та шляхи її формування. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 16 : Творча особистість учителя: проблеми теорії і практики*, 2018. Вип. 31. С. 91-96.
175. Нова українська школа. *Міністерство освіти і науки України*. URL: mon.gov.ua/Новини%202016/12/05/konczepczyia.pdf (дата звернення: 12.02.2024).
176. Нова українська школа: poradnik dla vchytelja / Під заг. ред. Бібик Н. М. Київ: ТОВ «Видавничий дім «Плеяди», 2017. 206 с

177. Овчарук О. Компетентності як ключ до оновлення змісту освіти. Стратегія реформування освіти в Україні: Рекомендації з освітньої політики. Київ: КІС, 2003, 296 с.
178. Огнев'юк В. О. Філософія освіти та її місце в структурі наукових досліджень феномену освіти. *Освітлогія*, 2012. Вип. 1. С. 69-75.
179. Омеляненко Г. Дослідницька компетентність у структурі професійної компетентності майбутніх фахівців фізичного виховання і спорту. *Науковий вісник Мелітопольського державного педагогічного університету. Серія : Педагогіка*, 2014. № 2. С. 182-188.
180. Опанасюк А. С. Сучасна фізична картина світу : навч. посібн. Суми : Вид-во СумДУ, 2005. 328 с.
181. Освіта і наука в умовах глобальних трансформацій. Матеріали ІІ Всеукраїнської наукової конференції. 26-27 жовтня 2018 р., м.Дніпро. Частина ІІ. / Наук. ред. О.Ю.Висоцький. Дніпро: СПД «Охотнік», 2018. 384 с.
182. Осипова Н. В., Вінник М. О., Тарасіч Ю. Г. Модель формування дослідницької компетентності у майбутніх інженерів-програмістів. *Інформаційні технології в освіті*, 2014. Вип. 20. С. 150-159.
183. Основи дистанційного зондування Землі : робочий зошит. Частина 1. / Бабійчук С. М., Юрків Л. Я., Томченко О. В., Кучма Т. Л. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 80 с. ISBN 978-617-7945-43-6
184. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / Довгий С. О., Лялько В. І., Бабійчук С. М., Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я. Київ: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с. ISBN 978-617-7734-01-6
185. Основи створення електронних карт на базі програмного забезпечення Arcgis 10.1 / С. М. Бревус, Л. Г. Ніколенко, Р. В. Норчевський та ін. – Київ: ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. 142 с.
186. Паламарчук В. Ф. Інноваційні процеси в педагогіці: першооснови педагогічної інноватики. – Київ : «Освіта України», 2005. 320 с.

187. Паламарчук В. Ф. Як виростити інтелектуала?: посібник для вчителів; Ін-т педагогіки АПН України. К. : Знання, 1999. 112 с.
188. Панасюра Г. Категорійний аналіз поняття «дослідницька компетентність учителя». Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології, 2016. № 10. С. 220-228.
189. Пантюк Т., Пантюк М., Гамерська І., Денисяк Ю. Інновації в освіті: необхідність, сутність, зміст. *Молодь і ринок*, 2020. № 6-7. С. 6-10.
190. Педагогічні технології у професійній підготовці кваліфікованих робітників: довідник / Романова Г. М., Артющина М. В., Слатвінська О. А. Київ : Інститут професійно-технічної освіти НАПН України, 2015. 87 с.
191. Петренко О. Б. Дефініція і сутнісне наповнення поняття «освітнє середовище» у контексті сучасної освітньої парадигми. *Інноватика у вихованні*, 2018. Вип. 7(2). С. 6-16.
192. Підласий А.І. Педагогічні інновації. *Рідна школа*, 1998. № 12. С. 3-17.
193. Поліхун Н. І., Сліпухіна І.А., Чернецький І. С. Наукова освіта як інновація в системі освіти України. *Наукові записки Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Сер. : Педагогічні науки*, 2018. Вип. 168. С. 186-189
194. Прагматизм. Літературознавча енциклопедія : у 2 т. / авт.-уклад. Ю. І. Ковалів. Київ : ВЦ «Академія», 2007. Т. 2 . С. 262-263.
195. Прагматизм. Українська мала енциклопедія : 16 кн. : у 8 т. / проф. Є. Онацький. Накладом Адміністрації УАПЦ в Аргентині. Буенос-Айрес, 1963. Т. 6, С. 1475.
196. Про затвердження стандарту спеціалізованої освіти наукового спрямування № 1303. Наказ Міністерства освіти і науки України. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-specializovanoyi-osviti-naukovogo-spryamuvannya> (дата звернення: 12.02.2024).
197. Про освіту: Закон України від 29 вересня 2017 р. № 2145-VIII // Відомості Верховної Ради України, 2017. № 38-39. Ст. 5.

198. Пустовіт Г. П. Дослідницька діяльність дітей та учнівської молоді. Енциклопедія освіти / Головний редактор В. Г. Кремень ; Академія педагогічних наук України. К. : Юрінком Інтер, 2008. С. 236-237
199. Радкевич В.; Романова Г.; Бородієнко О. Концептуальні основи практико-орієнтованої підготовки викладачів професійної освіти і навчання. *Науковий вісник Інституту професійно-технічної освіти НАПН України. Професійна педагогіка*, 2018. № 16. С. 5-13.
200. Раков С. А. Формування математичних компетентностей учителя математики на основі дослідницького підходу у навчанні з використанням інформаційних технологій : дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук : 13.00.02. Харків, 2005. 526 с.
201. Рибалко Л.М. Упровадження інноваційних підходів до навчання – шлях модернізації змісту освіти. *Вісник Львівського університету. Серія педагогічна*, 2016. Вип. 31. С. 3-13.
202. Рідей Н. М. Екологічна освіта для стійкого розвитку агросфери України. Нові технології навчання : наук.-метод. зб. Київ: Ін-т інноваційних технологій і змісту освіти, 2006. 152 с.
203. Рідей Н. М. Управління педагогічною інноватикою: освіта для сталого розвитку. Актуальні проблеми державного управління, 2010. № 2. С. 137-145.
204. Рідей Н. М., Горбатенко А.А., Строкаль В.П. та ін. Геоінформаційний моніторинг екологічного стану локальних агроєкосистем : монографія. НУБіП. Херсон, 2013. 236 с.
205. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування. Вид. 2-ге, доповн. і переробл./ Бабійчук С. М., Юрків Л.Я., Томченко О.В., Кучма Т.Л., Коблюк Н.С., Гордієнко О.В. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 152 с. ISBN 978-617-7945-05-4
206. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine / Бабійчук С. М., Гордієнко О. В., Томченко О. В., Коблюк Н. С., Голод В. І.,

- Кучма Т. Л., Юрків Л. Я., Пікуль С. Т. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 200 с. ISBN 978-617-7945-09-2
207. С. Пролєєв. Мілетська школа. Філософський енциклопедичний словник / В. І. Шинкарук (гол. редкол.) та ін. Київ : Інститут філософії імені Григорія Сковороди НАН України : Абрис, 2002. 742 с.
208. Сорокіна М. Ю., Кіржаєв С. М., Мемелов О. В., Неаполітанська В. С. В.И. Вернадский. Дневники 1917-1921 (октябрь 1917 - январь 1920). Киев: НАУКОВА ДУМКА, 1994. 270 с.
209. Савченко О. Я. Впровадження результатів наукових досліджень в освітню практику. *Педагогічна газета.*, 2007. №3. С.2
210. Савченко О. Я. Діагностика і дидактичні умови формування у молодших школярів мотивації уміння вчитися. *Український педагогічний журнал*, 2015. № 1. С. 85-98.
211. Савченко О. Я. Діяльнісно-результатний підхід як чинник системної модернізації початкової освіти. Модернізація освітнього середовища: проблеми та перспективи : Матеріали П'ятої Міжнар. наук.-практ. конф. 10–11 жовтня 2019 року. Умань : ВПЦ Візаві, 2019. С. 216–219.
212. Савченко О. Я. Ключові компетентності – інноваційний результат шкільної освіти. *Рідна школа*, 2011. № 8-9. С. 4–8.
213. Садовий М.І., Трифонова О.М., Хомутенко М.В. Методика формування уявлень про сучасну наукову картину світу в хмаро орієнтованому навчальному середовищі. *Вісник Черкаського ун-ту. Серія: педагогічні науки*, 2016. С. 8-16.
214. Святохо О. А. Дослідницька діяльність як засіб реалізації особистісного потенціалу старших підлітків : навчально-методичний посібник для педагогів. – Київ: ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. 95 с.
215. Селіванова О. О. Сучасна лінгвістика: напрями та проблеми : підручник. Полтава: Довкілля. Київ, 2008. 711 с.

216. Сисоєва С. , Козак Л. Дослідницька компетентність : програма розвитку. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, 2016. Вип. 1-2. С. 39-44.
217. Сисоєва С. Сфера освіти як об'єкт дослідження. *Освітологія*, 2012. Вип. 1. С. 22-29.
218. Сікорський П.І. Кредитно-модульна технологія навчання: навч. посіб. Київ: Вид-во Європ. ун-ту, 2004. 127 с.
219. Сікорський П.І. Основні педагогічні підходи та їх вплив на формування навчальних технологій. *Освітні обрії*, 2021. № 1. С. 96-100.
220. Скиба О. П. Стиль наукового мислення в інформаційну епоху. *Вісник Національного авіаційного університету. Філософія. Культурологія*, 2011. № 2 (14). С. 100–104
221. Складова галузевого стандарту вищої освіти: Наказ Міністерства освіти і науки України 14.06.2004 N 476 (z0863-04). URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z0864-04>_(дата звернення: 12.02.2024).
222. Словник іншомовних слів за ред. О. С. Мельничука. 2-е видання, випр. і доп. Київ: Головна редакція «Українська радянська енциклопедія», 1985. 966 с.
223. Словник української мови : в 11 т. / АН Української РСР, Ін-т мовознав. ім. О. О. Потебні ; редкол.: І. К. Білодід (голова) та ін. Київ : Наук. думка, 1970. 1980 с.
224. Солошич І. О. Науково-дослідницька компетентність майбутніх фахівців-екологів. *Проблеми інженерно-педагогічної освіти*, 2017. № 54-55. С. 116-123.
225. Староста В.І., Товканець Г.В. Методологія та методи науково-педагогічних досліджень: навчально-методичний посібник. Мукачево: МДУ, 2015. 64 с.
226. Стахова І.А. Творчий підхід до організації природничо-наукової підготовки майбутніх учителів початкової школи. *Молодий вчений*, 2018. № 5.2 (57.2). С. 127-130

227. Степанюк К. І. Дослідницька компетентність як складова дослідницьких умінь майбутніх учителів початкової школи. *Витоки педагогічної майстерності* : зб. наук. праць : Серія: Педагогічні науки. Полтава : ПНПУ, 2012. Вип. 9. С. 272–276.
228. Теоретико-методичні засади використання інформаційно-комунікаційних технологій як засобу формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії : монографія / П. П. Нечипуренко, С. О. Семеріков, Л. І. Томіліна. Кривий Ріг : Видавничий відділ ДВНЗ «Криворізький національний університет», 2018. 350 с.
229. Теоретичні засади науково-дослідницької діяльності суб'єктів освітнього процесу університетів : практичний посібник / Майборода В., Ярошенко О., Скиба Я.; за ред. О. Ярошенко. Київ : Інститут вищої освіти НАПН України, 2015. 174 с.
230. Терепищій С. О. Сучасні освітні ландшафти. Київ: «Фенікс», 2016. 309 с
231. Титова Н. Використання інноваційного підходу при викладанні дисципліни "Діловодство" майбутнім учителям технологій. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2012. № 6(3). С. 118-122.
232. Топузов М. О. Проектування інформаційно-освітнього середовища навчальних закладів у сучасному суспільстві. *Український педагогічний журнал*, 2017. № 1. С. 26-36.
233. Топузов О.М. Освітнє партнерство в системі загальної середньої освіти: теорія і методологія. Київ : Інститут педагогіки, 2021. – 160 с.
234. Трифонова О. М. Взаємозв'язки принципів науковості та наочності в умовах кредитно-модульної системи навчання квантової фізики студентів вищих навчальних закладів. автореф. дис. на здобуття ступеня канд. пед. наук: 13.00.02. Кіровоград, 2009. 20 с.
235. Фенцик О. М., Пинзеник О. М. Дослідницька компетентність як складова фахової підготовки здобувачів вищої освіти. *Науковий вісник Львівської академії*. Серія : Педагогічні науки, 2020. Вип. 8. С. 130-137.

236. Фізеші О. Й. Історико-педагогічне дослідження розвитку початкової школи на Закарпатті другої половини ХІХ – початку ХХІ століття: основні підходи. *Педагогічний дискурс*, 2013. Вип. 15. С. 715-719.
237. Філон М. І., Кримець О. М. Наукова картина світу у філософському й лінгвістичному вимірах. *Інститут української мови Національної академії наук України*, 2013. №2. С. 50–55.
238. Філософія : навч. посіб. / І. Ф. Надольний, В. П. Андрущенко, І. В. Бойченко та ін. ; за ред. І. Ф. Надольного. Київ : Вікар, 1998. 624 с.
239. Філософія освіти : навчальний посібник / за наук. ред. академіка В. П. Андрущенка [та ін.]. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2018. 342 с
240. Філософія Освіти: навчальний посібник / За заг. ред. В. Андрущенка, І. Передборської. Київ : Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2009. 329 с.
241. Філософський словник / за ред. В. І. Шинкарука. 2-ге вид., перероб. і доп. Київ : Головна ред. УРЕ, 1986. 742 с.
242. Хижняк О.О. Практико-орієнтований підхід у системі професійної підготовки тренера з боксу у закладах вищої освіти. *Теорія та методика навчання та виховання*, 2019. № 47. С. 159–168.
243. Хоменко А. Суб'єкт-суб'єктні відносини як основа реалізації сучасної парадигми вищої освіти в Україні. *Педагогічні науки*, 2015. № 64. С. 68–71.
244. Цюпура С.В. Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація. Київ : Знання, 2006. 242с.
245. Чиханцова, О. А. Психологічна готовність випускників шкіл до оволодіння іноземними мовами. *Науково-методичний журнал «Іноземні мови»*, 2018, №2. С. 45-51.
246. Чумак Н. В. Суб'єкт-об'єктне відношення до тіла в ХХ сторіччі. *Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна. Серія : Філософія. Філософські перипетії*, 2017. Вип. 57. С. 54-58.

247. Чумак О. В. Парадигма освіти XXI століття: інноваційні аспекти. URL: http://virtkafedra.ucoz.ua/el_gurnal/pages/vyp7/konf1/Chumak.pdf. (дата звернення: 12.02.2024).
248. Шарко В. Да. Теоретичні засади методичної підготовки вчителя фізики в умовах неперервної освіти : дис. на здобуття наук. ступеня д-ра пед. наук: 13.00.02. Київ, 2006. 542 с.
249. Шашкова Л. О. Діалог науки і релігії в культурно-історичному контексті: Монографія. Київ: Грамота, 2008. 328 с.
250. Шинкарук В. І. Пам'ятки братських шкіл на Україні кінець XVI – початок XVII ст. : тексти і дослідження .Київ : Наук. думка, 1988. 566 с.
251. Шуст Н. Б. Інновації в освіті як необхідність. *Юридичний вісник. Повітряне і космічне право*, 2018. № 4. С. 211-214.
252. Шпак В. П., Нінова Т. С. Управління дослідницькою діяльністю учнів Нової української школи як основа формування креативного мислення. Збірник наукових праць Національної академії державної прикордонної служби України. 2022. Том 28. № 1. С. 196–210
253. Яременко А. Розвиваємо навички 4К: креативність, критичне мислення, комунікацію та командну працю. *Освіторія* URL: <https://osvitoria.media/experience/rozvyvayemo-navychky-4k-kreatyvnist-krytychne-myslennya-komunikatsiyu-ta-komandnu-pratsyu/> (дата звернення: 12.02.2024).
254. A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. URL: <https://smdepo.org/download/228417075fe45> (дата звернення: 12.02.2024).
255. A Nation at Risk - April 1983 . URL: <https://www2.ed.gov/pubs/NatAtRisk/recomm.html> (дата звернення: 12.02.2024).
256. Abd-El-Khalick F., BouJaoude S., Duschl R. Inquiry in science education: International perspectives. *Science Education*, 2004. №88. С. 397–419.

257. About the National Science Foundation . URL: <https://www.nsf.gov/about/> (дата звернення: 12.02.2024).
258. Adaktylou N. Remote Sensing as a Tool for Phenomenon-Based Teaching and Learning at the Elementary School Level: a Case Study for the Urban Heat Island Effect. *International Journal of Educational Methodology*, 2020. № 6(3), P. 517-532.
259. Alexander R. J. Towards Dialogic Teaching: Rethinking Classroom Talk. York, England: Dialogos, 2005. 315 p.
260. Amici S., & Tesar M. Building Skills for the Future: Teaching High School Students to Utilize Remote Sensing of Wildfires. *Remote Sensing*, 2020. №12(21) : 3635. <https://doi.org/10.3390/rs12213635>
261. An J., Park N. Computer Application in Elementary Education Bases on Fractal Geometry Theory Using LOGO Programming. *IT Convergence and Services. Lecture Notes in Electrical Engineering*, 2011. vol 107. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2598-0_26
262. Angadi G. R. An Effective Use of ICT Is a Change Agent for Education. *Online International Interdisciplinary Research Journal*, 2014. Vol 4. P. 516-528.
263. ArcGIS Online. URL: <https://www.arcgis.com/home/index.html> (дата звернення: 12.02.2024).
264. Asimakopoulou, P., Nastos, P., & Vassilakis, E.. Earth Observation as a Facilitator of Climate Change Education in Schools: The Teachers' Perspectives. *Remote Sensing*, 2021. №13(8): 1587. <https://doi.org/10.3390/rs13081587>
265. Astranova school URL: <https://astranova.org/abou> (дата звернення: 12.02.2024).
266. Author. *Cornell Law School Legal Information Institute*. URL: <https://www.law.cornell.edu/wex/author> (дата звернення: 12.02.2024).
267. Babiichuk S., Iurkiv L., Tomchenko O., Kuchma T. (2019) Implementation of Science Education Principles at the Junior Academy of Sciences of Ukraine Using Remote Sensing Data. *Theory and Practice of Science Education*. Vol.1, Issue 1, P. 52-62.

268. Babiichuk S.M., Dovgyi S. O., and Davybida L. I. Remote sensing as a tool for science education and engagement: the case of the All-Ukrainian competition «Ecoview». EGU General Assembly 2024. Vienna, Austria. 14-19 Apr 2024, EGU 24-6381, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>, 2021.
269. Babiichuk S.M., Pikul S.T., Davybida L.I., Tomchenko O.V., Hordiienko O. S. Using Satellite Imagery as an Educational Tool: Experience on the example of the All-Ukrainian Summer School on Remote Sensing 2021-2022. GeoTerrace. Online. 2-4 Oct 2023. GeoTerrace-2023-075.
270. Babiichuk S.M., Tomchenko O.V., Kobliuk N.S. Advanced Training Course on Remote Setting for Educators at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. Earth Observation for Environmental Monitoring - 41st EARSeL Symposium. 6th EARSeL Workshop on Developing Countries Symposium Book of Abstracts. Paphos, Cyprus. 13-16. Sept 2022. P. 51-52.
271. Babiichuk S.M., Dovgyi S.O., and Kuchma T.L. Using Remote Sensing Technologies to Improve Climate Literacy of Students at the Junior Academy of Sciences of Ukraine. EGU General Assembly 2021. Online. 19-30 Apr 2021, EGU21-5380, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-5380>, 2021
272. Baregheh A., Rowley J.; Sambrook S. Towards a multidisciplinary definition of innovation. *Management Decision*, 2009. № 47 (8). P. 1323–1339. doi:10.1108/00251740910984578
273. Basic Sciences Education. *UNESCO*. URL: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/special-themes/science-education/basic-sciences/> (дата звернення: 12.02.2024).
274. Berland L. K., Reiser B. Making sense of argumentation and explanation. *Science Education*, 2008. №93. С. 26–55.
275. Blazek, Matej, M. M. Lana, Vojtěch Blažek and Jan Dvorak. Information Technologies in Teaching Geography from the Teacher's Point of View. *Current Topics in Czech and Central European Geography Education*, 2017. P.169-186.
276. Brookfield S. Critically reflective practice. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 1998. №18.4. P. 197-205.

277. Bybee R. The new transformation of science education. *Science Education*, 1977. P. 85–97.
278. Bybee R., McCrae B., Laurie R. PISA: An Assessment of Scientific. *Journal Of Research In Science Teaching*, 2009. P. 865–883
279. Carr J. R.. Suggestions for using satellite images in K-12 education, FIE'99 *Frontiers in Education. 29th Annual Frontiers in Education Conference. Designing the Future of Science and Engineering Education. Conference Proceedings*, USA, 1999. vol.1. P. 11B5/1-11B5/7.
280. Carvalho A.A., Areal N., & Silva J. Students' perceptions of Blackboard and Moodle in a Portuguese university. *Br. J. Educ. Technol.*, 2011. № 42, 824-841.
281. Collins A.. *Toward a design science of education*. Springer Berlin Heidelberg, 1992. 362 p.
282. Copernicus Browser URL: <https://browser.dataspace.copernicus.eu/> (дата звернення: 12.02.2024).
283. Cropley A. Lifelong Learning And Systems Of Education An Overview. *Towards a System of Lifelong Education Some Practical Considerations*, 1980 Pages 1-15 <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-026068-6.50007-3>
284. Curran P., Wardley N. Remote sensing in secondary school geography: the place of Landsat MSS. *Geography*, 1985. № 70 (3), P. 237-240. <https://www.jstor.org/stable/40570957>.
285. Dannwolf L., Matusch T., Keller J., Redlich R., & Siegmund A. Bringing Earth Observation to Classrooms - The Importance of Out-of-School Learning Places and E-Learning. *Remote Sensing*, 2020. № 12(19). <https://doi.org/10.3390/rs12193117>
286. David N. Aspin & Judith D. Chapman. Lifelong learning: concepts and conceptions. *International Journal of Lifelong Education*, 2000. № 19:1, P. 2-19, DOI: 10.1080/026013700293421.
287. DeBoer G. E. *A History of Ideas in Science Education: Implications for Practice* / DeBoer. – New York: Teachers College Press, 1991. – 285 c.

288. Demyanenko N. Pedagogic innovation: from terminological reasoning to justifying. *Неперервна професійна освіта: теорія і практика*, 2014. Випуск 1-2. С. 31-37.
289. Dewey J. Science as subject-matter and as method. *Science & Education*, 1910. №4. С. 391–398.
290. Dewey J. The child and the curriculum. University of Chicago Press. URL: <https://archive.org/details/childandcurricu00dewegoog> (дата звернення: 12.02.2024).
291. Dewey J. The Relation of Theory to Practice in Education. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 1904. P.9 - 30. DOI:10.1177/016146810400500601
292. Dewey's Political Philosophy. *Stanford Encyclopedia of Philosophy Archive*. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2018/entries/dewey-political/> (дата звернення: 12.02.2024).
293. Dovgyi S. O., Lialko V. I., Babiichuk S. M., Kuchma T. L., Tomchenko O. V., Iurkiv L. Ya. (2019) Fundamentals of Remote Sensing: History and Practice: Guidance Manual. K.: Institute of Gifted Child of the NAPS of Ukraine, 316 pages. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3265399>.
294. Dovgyi S., Nebrat V., Svyrydenko D. & Babiichuk S. (2020). Science education in the age of Industry 4.0: challenges to economic development and human capital growth in Ukraine. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (1), 146-151. DOI: 10.33271/nvngu/2020-1/146
295. Dovgyi S.O., Babiichuk S.M. and Tomchenko O.V. Experience of Using Planet Earth Observation Data in Retraining Courses for Educators in the Junior Academy of Sciences of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*, 2023. № 95, 3. P. 197–214.
296. Dovgyi S.O., Guliaev K.D., P.P. Vorobiyenko. The ICT integration and artificial intelligence influence and its importance on sustainable society development. *Proceedings of the O.S. Popov ONAT*, 2020. № 2, P. 5-16.

297. Dovgyi, S., Babiichuk, S., Iurkiv, L., Kuchma, T., Tomchenko O., & Danilov, S. (2020). Application of satellite images in pupils' research activities of the Junior academy of sciences of Ukraine. *Information Technologies and Learning Tools*, 80(6), 21-38. <https://doi.org/10.33407/itlt.v80i6.4053>
298. Duncan N. Chapter VII: Computer Assistance with the Educational Process. *Review of Educational Research*, 1966. №36:5. P. 588-603.
299. Dziob D., Krupiński M., Woźniak E., Gabryszewski R. Interdisciplinary Teaching Using Satellite Images as a Way to Introduce Remote Sensing in Secondary School. *Remote Sensing*, 2020. № 12(18) :2868. <https://doi.org/10.3390/rs12182868>.
300. Edward M. An Experiment in the Development of Critical Thinking/*Teacher's College, Columbia University* URL: <https://www.criticalthinking.org/pages/defining-critical-thinking/766> (дата звернення: 12.02.2024).
301. Elder L., Paul R. Critical thinking: Why we must transform our teaching. *Journal of Developmental Education*, 1994. № 18.1. P. 34.
302. Elon Musk Ad Astra School for Kids vs Kepler Academy Early Learning & Child Care. *Kepler Academy Early Learning & Child Care*. URL: <https://www.kepleracademy.ca/child-care-blog/elon-musk-ad-astra-school/> (дата звернення: 12.02.2024).
303. Ennis, R. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities. 1987.
304. Ennis, R. H. A concept of critical thinking. *Harvard Educational Review*, 1962. № 32(1), 81–111.
305. EO browser. URL: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/> (дата звернення: 12.02.2024).
306. EOSDIS Worldview. URL: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/> (дата звернення: 12.02.2024).
307. Fischer G. Lifelong learning - more than training. *The Journal of Interactive Learning Research*, 2000. №11. P. 265-294.

308. Ford M. Disciplinary authority and accountability in scientific practice and learning. *Science Education*, 2008. №92. P. 404–423.
309. Frank M. The Ancient World: Dictionary of World Biography. *Routledge*, 2003. Volume 1. 1000 p.
310. Fu, Jo Shan. ICT in education: A critical literature review and its implications. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 2013. № 9. P. 112-125.
311. Fundamentals of Remote Sensing : Practice Book. Part 1. / S. M. Babiichuk, L. Ya. Iurkiv, O. V. Tomchenko, T. L. Kuchma. – Kyiv : The Junior Academy of Sciences of Ukraine, National Center, 2022. – 120 p. ISBN 978-617-7945-02-3.
312. Garber D. Descartes and Method in 1637. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1988. P. 225 - 236.
313. Gibbons A. S., O’Neal A. F.. TICCIT: Building Theory for Practical Purposes. *International Journal of Designs for Learning*, 2014. Vol. 5(2).
314. Giere R., Bickle J., Maudlin R. Understanding Scientific Reasoning. Belmont: Thomson Wadsworth, 2006. 265 с.
315. Giovanni – NASA. URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/> (дата звернення: 12.02.2024).
316. GIS and RS Laboratory. URL: https://www.youtube.com/channel/UCvHZQyrvexbJ1u0NnMjuV_A (дата звернення: 12.02.2024).
317. Google Earth Pro. URL: <https://earth.google.com/> (дата звернення: 12.02.2024).
318. Google My Maps. URL: <https://mymaps.google.com/> (дата звернення: 12.02.2024).
319. Grabiner J. Descartes and Problem-Solving. *Mathematics Magazine*, 1995. Vol. 68, no. 2. P. 83–97.
320. Hatcher R. Class Differentiation in Education: Rational Choices? *British Journal of Sociology of Education*, 1998. № 19. P. 5-24.

321. Hays M. Information Technology in Geology Education: Current Practice and Future Prospects. *Journal of Geoscience Education*, 2005. №53(2), P. 172-181.
322. Herlina T., Kamidjan K., & Fitra Raharja, H. Literature Study: The Concept of Humanism Education according to Gus Dur Associated with Basic Education. *IJPSE : Indonesian Journal of Primary Science Education*, 2021. № 1(2), P. 25-32.
323. Hodam H., Rienow, A., Jurgens C. Bringing Earth Observation to Schools with Digital Integrated Learning Environments. *Remote Sensing*, 2020. №12, P. 345. h
324. Holbrook J. Education through Science as a Motivational Innovation for Science Education for All. *Science education international*, 2010. № 21. P. 80-91.
325. Holland D.A., Boyd D.S., Marshall P. Updating topographic mapping in Great Britain using imagery from high-resolution satellite sensors. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2006. Volume 60, Issue 3, Pages 212-223, <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2006.02.002>.
326. Holmes M. A critique of neo-progressive trends in Canadian education. *Interchange*, 1971. № 2. P. 63–80.
327. Hooker M. Review of Descartes: The Project of Pure Inquiry., by B. Williams, (1980). Vol. 14(2). P. 279–282.
328. Hurd DeH. P. Educational leadership URL: http://edcpr.com/wp-content/uploads/2016/09/Hurd_1958_Science-literacy.pdf (дата звернення: 12.02.2024).
329. Hurd P.D. Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 1958. №16. P. 13–16
330. Ideas for Improving Science Education in the U.S. URL: <http://www.nytimes.com/2013/09/03/science/ideas-for-improving-science-education-in-the-us.html?pagewanted=all> (дата звернення: 12.02.2024).
331. Independent Report Highlights Esri as Leader in Global GIS Market. URL: <https://www.esri.com/about/newsroom/announcements/independent-report-highlights-esri-as-leader-in-global-gis-market/> (дата звернення: 12.02.2024).

332. International Council of Associations for Science Education URL://www.icaseonline.net/link2.html (дата звернення: 12.02.2024).
333. Irizar L. B., Javier N. G. and Camilo N. P. Educación y desarrollo humano. Una propuesta de educación humanista para Latinoamérica. *Revista Historia de la Educación Latinoamericana*, 2010. №15. P. 147-176.
334. Jenkins E. W. Research in Science Education in Europe: Retrospect and Prospect. *Research in Science Education - Past, Present, and Future: Springer*, 2001. P. 17–26.
335. Jirout J. Children's scientific curiosity: In search of an operational definition of an elusive concept. *Developmental Review*, 2012. P. 125–160.
336. John M. Parrish Education, Erasmian humanism and More's Utopia. *Oxford Review of Education*, 2010. № 36:5. P. 589-605.
337. Kaufman J. Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, 2009. № 13(1). P. 1–12.
338. Kaufman J. The Four C Model of Creativity. *Walden University*. URL: <https://www.waldenu.edu/online-masters-programs/ms-in-education/resource/the-four-c-model-of-creativity> (дата звернення: 12.02.2024).
339. Kerstin V., Roland G., and Henryk H. Methods and potentials for using satellite image classification in school lessons, *Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XIII*, 2011. 81740K.
340. Kholoshyn, I., Bondarenko, O. V., Hanchuk, O. V., & Varfolomyeyeva, I. M. Cloud technologies as a tool of creating Earth Remote Sensing educational resource. *CEUR Workshop Proceedings*, 2020. № 2643. P. 474-486.
341. Klein J. Francis Bacon. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. URL: <https://plato.stanford.edu/archives/win2016/entries/francis-bacon/#Bib> (дата звернення: 12.02.2024).
342. Knoll M. Dewey as Administrator: The Inglorious End of the Laboratory School in Chicago. *Journal of Curriculum Studies*, 2014. №47. P. C. 203–252.
343. Kohlberg L., Rochelle M. Development as the Aim of Education. *Harvard Educational Review*, 1972. № 42. P. 449-496.

344. Kuhn D. What is Scientific Thinking and How Does it Develop? *New York: Teachers College Columbia University*, 2010. 230 p.
345. Kurfiss J. G. Critical thinking : theory, research, practice, and possibilities. *Teaching Sociology*, 1990 . №18. P. 581.
346. LandsatLook. URL: <https://landsatlook.usgs.gov/> (дата звернення: 12.02.2024).
347. Laugksch R. Scientific Literacy: A Conceptual Overview. *Science Education*, 2000. №84. P. 71–94.
348. Lehrer R., Schauble L. Cultivating model-based reasoning in science education. *Cambridge, England: Cambridge University Press*, 2006. P. 371–187.
349. Lindner C., Müller C., Hodam H., Jürgens C., Ortwein A., Schultz J., Rienow A. Expanding STEM Education in Secondary Schools: An Innovative Geography-Physics Course Focusing on Remote Sensing. *GI Forum*, 2019. № 1. P. 153-162.
350. Longino H. E. The Fate of Knowledge. Princeton. *Princeton, NJ: Princeton University Press*, 2002. 248 p.
351. Lynch P. and Ndyetabura V. L. Practical Work in Schools: An Examination of Teachers' Stated Aims and the Influence of Practical Work According to Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 1983. № 20. P. 663-671.
352. Martí C., Feliu J., & Varga D. Geographic Information Technology and Innovative Teaching: Keys to Geography Degree Curriculum Reform. *Journal of Geography*, 2014. № 113. P. 118 - 128.
353. Matthews M. Introductory Comments on Philosophy and Constructivism in Science Education. *Constructivism In Science Education*, 1998. Volume 6. P. 5–14.
354. Matthews M. R. History, philosophy and science teaching. What can be done in an undergraduate course? *Studies in Philosophy and Education*, 1990. №10. P. 93–97.

355. McComas W. , Michael P. Clough and Hiya A. The Role and Character of the Nature of Science in Science Education. *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, 1998. Vol. 7. P. 3-39.
356. McComas W. The Language of Science Education: An Expanded Glossary of Key Terms and Concepts in Science Teaching and Learning. *Rotterdam, The Netherlands: Sense Publishers*. 124 p.
357. Millar R. Twenty First Century Science: Insights from the Design and Implementation of a Scientific Literacy Approach in School Science. *International Journal of Science Education*, 2006. №28. P. 1499–1521.
358. Moore R. *For Knowledge: Tradition, progressivism and progress in education—reconstructing the curriculum debate*. *Cambridge Journal of Education*, 2000. Vol. 30 (1). P. 17.
359. Morris, B. J., Croker, S., Masnick, A. M., & Zimmerman, C.. The emergence of scientific reasoning. *Current Topics in Children’s Learning and Cognition*, 2012. P. 61–82.
360. Mouratidis A., Koutsoukos M. Use of Esa Earth Observation Educational Resources in Vocational Education and Training-Lifelong Learning. *Towards Stem Promotion and Development of Skills*. *Geosociety*, 2017. № 50 (3): 1652.
361. Muali H. C. Humanism Education: Affective Consideration In Character Education Conception. *1st International Conference on Education and Islamic Culture*, 2017. P.412-418.
362. Mursell J. L. The Function of Intuition in Descartes. *Philosophy of Science*. *The Philosophical Review*, 1919. vol. 28, no. 4. P 391–409.
363. National Center for Improving Science Education URL: <https://www.wested.org/project/national-center-for-improving-science-education-nicse/> (дата звернення: 12.02.2024).
364. National Science Education Standards URL: <https://www.nap.edu/read/4962/chapter/1> (дата звернення: 12.02.2024).

365. Nativi S., & Fox P.A. Advocating for the Use of Informatics in the Earth and Space Sciences. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 2010. № 91. P. 75-76.
366. Nercessian N. Model-based reasoning in scientific practice. *Teaching Scientific Inquiry: Recommendations for Research and Implementation: chapter in book*, 2008. P. 57–79.
367. Nilsson P. Four Ways to Measure Creativity. *Sense and Sensation Writing on Education, Creativity, and Cognitive Science*. URL: <http://www.senseandsensation.com/2012/03/assessing-creativity.html> (дата звернення: 12.02.2024).
368. Norris S. How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 2003. №87. P. 224–240.
369. Ormerod M. D. Pupils' Attitudes to Science. Atlantic Highlands. New Jersey: Humanities Press, 1975. 150p.
370. Osborne J. Science Education for the Twenty First Century. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 2007. №3. – P. 173–184. Partnership for 21st Century Skills. URL: <http://www.nea.org/home/34888.htm#:~:text=NEA%20is%20a%20founding%20member,Emphasize%20core%20subjects> (дата звернення: 12.02.2024).
371. Patterson, T.C. Google Earth as a (Not Just) Geography Education Tool. *Journal of Geography*, 2007. № 106. P. 145 - 152.
372. Paul R.W. Critical thinking: fundamental to education for a free society. *Educational leadership*, 1984. Vol. 42.1. P. 4-14.
373. Paul R.W., Binker, A. J. A. Critical thinking: What every person needs to survive in a rapidly changing world. *Center for Critical Thinking and Moral Critique, Sonoma State University*, 1990. 575 p.
374. Paul R.W., Elder L. The miniature guide to critical thinking concepts and tools. *Rowman & Littlefield*, 2019. 256 p.
375. Phillips D. C. John Dewey's Laboratory School in Chicago. *Encyclopedia of Educational Theory and Philosophy*, 2014. Vol. 2. P. 455–458.

376. PISA. URL: <https://mon.gov.ua/ua/tag/pisa> (дата звернення: 12.02.2024).
377. PISA: природничо-наукова грамотність / уклад. Вакуленко Т. С., Ломакович С. В., Терещенко В. М., Новікова С. А., перекл. К. Є. Шумова. Київ: УЦОЯО, 2018. 119 с.
378. Popkewitz T. S and Lynn F. Critical Thinking and Critical Pedagogy: Relations, Differences, and Limits, 1999. 22 p.
379. Project 2061. *American Association for the Advancement of Science*. URL: <https://www.aaas.org/resources/science-all-americans> (дата звернення: 12.02.2024).
380. Remote Sensing in Schools. URL: <https://www.fis.uni-bonn.de/en/node/22> (дата звернення: 12.02.2024).
381. Rennie L. Science Teaching and Learning in Australian Schools: Results of a National Study. *Research in Science Education*, 2001. №31. P. 455–498
382. Robertson I., Atkins T. and Atkins P. Essential vs. Accidental Properties. *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* URL: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2023/entries/essential-accidental> (дата звернення: 12.02.2024).
383. Rousseau J. *Emile or concerning education*. Boston: D. C. Heat & Company, 1889. 168 p.
384. Scheffler I. Philosophy and the curriculum. In: Reason and teaching. Reprinted in *Science & Education*, 1970. №1. P. 384–394.
385. Schulman K., Fuchs S., Hämmerle M., Kisser T., Laštovička J., Notter N., Stych P., Väljataga T., Siegmund A. Training teachers to use remote sensing: the YCHANGE project. *Review of International Geographical Education (RIGEO)*, 2021. № 11 (2). P. 372 - 409.
386. Schulz R. Philosophy of Education and Science Education: A Vital but Underdeveloped Relationship. *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Netherlands: Springer Netherlands, 2014. P. 1259–1316.

387. Science Curriculum Reform in the United States by Rodger W. Bybee URL: <http://www.nas.edu/rise/backg3a.htm> (дата звернення: 12.02.2024).
388. Science Education Programme. *UNESCO* : <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/special-themes/science-education/about-the-programme/> (дата звернення: 12.02.2024).
389. Science Education. *UNESCO* URL: <http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/special-themes/science-education/> (дата звернення: 12.02.2024).
390. Sharon A., Baram-Tsabari A. Can science literacy help individuals identify misinformation in everyday life? *Science Education*, 2020. Vol. 104. P. 1–22.
391. Shay S. Conceptualizing curriculum differentiation in higher education: a sociology of knowledge point of view. *British Journal of Sociology of Education*, 2013. Vol. 34. P. 563 - 582.
392. Shpak V., Klim-Klimashevskaya A., & Ninova T. Training of future primary school teachers for the formation of functional literacy in pupils. ICHTML: 2021SHS Web of Conferences, Volume 104, 02010, 04 May. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110402010>
393. Science Education for Responsible Citizenship URL: http://ec.europa.eu/research/swafs/pdf/pub_science_education/KI-NA-26-893-EN-N.pdf (дата звернення: 12.02.2024).
394. Smith L. C., Wisner M., Anderson C. W., Krajcik J. Implications of research on children's learning for standards and assessment: A proposed learning progression for matter and the atomic molecular theory. *Measurement*, 2006. №4. P. 1–98.
395. Subramanian P. and Salem A. A Study of Comparison between Moodle and Blackboard based on Case Studies for Better LMS. *Journal of Information Systems Research and Innovation*, 2014. Vol. 3(2) P.26-33.
396. Sugandi D. & Somantri L. Improving Geography Pre-Service Teachers' Understanding Of Satellite Imagery Analysis Using Er Mapper Software With A Module. *International Journal of Education*, 2018. Vol. 11. 59 p.

397. Susan C. Science Education as Conceptual Change. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 2000. №21. С. 13–19
398. Sysoieva S., & Protsenko O.. Implementation of the Continuing Education Concept in the European Educational Area: Regulatory Provision. *Continuing Professional Education: Theory and Practice*, 2020. Vol.2. P. 78–84.
399. Taber K. Progressing Science Education URL: https://books.google.com.ua/books?id=96tslSL3UfwC&redir_esc=y (дата звернення: 12.02.2024).
400. Tai R. H., Liu C. Q., Maltese A. V., X. Fan. Planning early for careers in science. *Science*, 2006. №312. P. 1143–1144.
401. Tanner L. Dewey's Laboratory School: Lessons for Today. Teachers College Press, 1997. 216 p.
402. The History of Science Curriculum Reform in the United States URL: <https://www.aaas.org/sites/default/files/Excerpt%20from%20DeBoer%20ch28final.pdf> (дата звернення: 12.02.2024).
403. The management of National education in 2014/2015 at a glance. *Indonesia. Ministry of Education and Culture*. URL: http://publikasi.data.kemdikbud.go.id/uploadDir/isi_6549DA84-7A7F-44B5-AD22-829B1F002A4F_.pdf (дата звернення: 12.02.2024).
404. The National Science Education Standards. *NATIONAL ACADEMY PRESS*. URL: <https://www.nap.edu/catalog/4962/national-science-education-standards> (дата звернення: 12.02.2024).
405. Trundle K. Research in Early Childhood Science Education. New York: Springer, 2015. 390 p.
406. Untari L. An Epistemological Review on Humanistic Education Theory. *EKSEMA: Jurnal Bahasa dan Sastra*, 2016. №1. P. 59.
407. Veloso L. and Sérgio E. Differentiation versus homogenisation of education systems in Europe: political aims and welfare regimes. *International Journal of Educational Research*, 2013. № 62. P. 187-198.

408. Vetter R. J., Spell C. and Ward C. Mosaic and the World Wide Web. *In Computer*, 1994. Vol. 27. no. 10. P. 49-57.
409. Veugelers W. Education and Humanism. Linking Autonomy and Humanity, 2011. 55p.
410. Voogt, J., & Roblin, N. P. A comparative analysis of international frameworks for 21st century competences: Implications for national curriculum policies. *Journal of Curriculum Studies*, 2012. № 44(3), P. 299-321.
411. Voss K., Goetzke R., Thierfeldt F., Menz G.. Integrating applied Remote Sensing Methodology in Secondary Education. *In Proceedings of the IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium, Barcelona, 2007*. P. 23–27.
412. Wain K. Philosophy of lifelong education. Routledge, 1987. 271 p.
413. Watson D.M. Pedagogy before technology: Re-thinking the relationship between ICT and teaching. *Education and Information technologies*, 2001. vol 6 no (4), pp.251-266.
414. Watson F. Science Education: A Discipline? *Journal Of Research In Science Teaching*, 1983. № 25 (3). P. 263–264.
415. Werth P. D. Continuing Education. *Australasian Chiropractic & Osteopathy*, 1996. №5. P. 1 - 7.
416. Whitehead A. The aims of education. *Simon and Schuster*, 1967. 165 p.
417. Wixted J. Handbook of Experimental Psychology and Cognitive Neuroscience, Developmental and Social Psychology. New York City: John Wiley & Sons, 2018. 672 p.
418. Wohlgeleit M. History, Religion, and American Democracy. New Jersey: Transaction Publishers, 1993. 351 p.
419. Wolf N., Fuchsgruber V., Riembauer G. and Siegmund A. An Adaptive Web-Based Learning Environment for the Application Of Remote Sensing In Schools. *ISPRS - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 2016. P. 53-56.

420. Wynne H. Principles and big ideas of science education. *Association for Science Education*. URL: www.interacademies.org/File.aspx?id=25103 (дата звернення: 12.02.2024).
421. White, B. Y., & Frederiksen, J. R.. Inquiry, modeling, and metacognition: Making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 1998. Vol. 16. P. 3–118
422. Yonezawa S. Socrates On Educational Success. *History of Philosophy Quarterly*, 2016. vol. 33, no. 1. pp. 1–20.
423. Zeidler D. Keefer M. The Role of Moral Reasoning and the Status of Socioscientific Issues in Science Education. *Science & Technology Education Library*, 2003. № 10. P. 7–38.
424. Zimmerman C. The development of scientific thinking skills in elementary and middle school. *Developmental Review*, 2007 №27. P. 172–223.
425. Zimmerman, C., Bisanz, G. L., & Bisanz, J.. Everyday scientific literacy: Do students use information about the social context and methods of research to evaluate news briefs about science? *Alberta Journal of Educational Research*, 1998. Vol. 44. P.188–207.
426. Zachos, P., Hick, T. L., Doane, W. E. J., & Sargent, C. Setting theoretical and empirical foundations for assessing scientific inquiry and discovery in educational programs. *Journal of Research in Science Teaching*, 2000. Vol. 37. P. 938–962.

ДСТУ У СФЕРІ ДЗЗ

- ДСТУ 8774:2018 Географічна інформація. Правила моделювання геопросторових даних (чинний від 10.11.2021);
- ДСТУ ISO 19119:2017 Географічна інформація. Сервіси (ISO 19119:2016, IDT) (чинний від 01.10.2017);
- ДСТУ ISO 19101:2009 Географічна інформація. Еталонна модель (чинний від 01.07.2011);
- ДСТУ ISO 19117:2017 (ISO 19117:2012, IDT) Географічна інформація. Зображення (чинний від 01.10.2017).

ДОДАТКИ

Додаток А

Навчально-методичний посібник «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»



УДК 528.8
О-75

Укладачі:

Долгий С. О., Лялько В. І., Бабичук С. М., Кучма Т. Л.,
Томченко О. В., Юрків Л. Я.

Рецензенти:

Р.В. Шульц — доктор технічних наук, професор
(Київський національний університет
будівництва та архітектури);

Р. Глобелт — доктор наук про Землю, ГІС-експерт
(Зволонський технічний університет
(Словаччина))

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(лист від 24.05.19 р. №11/11-4919)

О-75 Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / С. О. Долгий, В. І. Лялько, С. М. Бабичук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К.: Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с.

ISBN 978-617-7734-01-6

Навчальний посібник знайомить читачів з історією розвитку, фізичними основами та сферами застосування даних дистанційного зондування Землі. Також у посібнику містяться інформації про природу електромагнітного випромінювання і його роль у дешифруванні та інтерпретації космічних знімків. Наведено приклади застосування матеріалів дистанційного зондування Землі у дослідженні природничого циклу.

Посібник може використовуватися методистами та керівниками секцій системи Малої академії наук України, учителями й учнями шкіл, ліцеїв, гімназій у навчальній та науково-дослідницькій діяльності, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі.

УДК 528.8

© Долгий С. О., Лялько В. І., Бабичук С. М.,
Кучма Т. Л., Томченко О. В., Юрків Л. Я., 2019
© Інститут обдарованої дитини
НАПН України, 2019

ISBN 978-617-7734-01-6

ЗМІСТ

Передмова	5
Перелік скорочень та умовних позначень	6
Розділ 1. Історія дистанційного зондування Землі	8
1.1. Аероспостереження земної поверхні	9
1.2. Космічна ера: етапи розвитку	12
1.3. Становлення дистанційного зондування Землі в Україні	15
1.4. Підприємства та установи у сфері дистанційного зондування Землі в Україні	18
1.5. Стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні	24
1.6. Міжнародні організації	26
Розділ 2. Фізичні основи дистанційного зондування Землі	32
2.1. Електромагнітне випромінювання	33
2.2. Загальна схема дистанційного зондування Землі	45
2.3. Авіаційні носії	48
2.4. Космічні носії	51
2.4.1. Штучні супутники Землі	52
2.4.2. Пілотовані кораблі	54
2.4.3. Орбітальні станції	55
2.5. Приклади найбільш популярних систем дистанційного зондування (Landsat, Sentinel, Terra (Modis, Aster), RapidEye, Planet Labs)	59
2.6. Космічне сміття	77
Розділ 3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків	84
3.1. Суть та ознаки дешифрування	85
3.2. Попередня обробка космічних знімків	92
3.3. Тематична обробка супутникових знімків	93
3.4. Програмне забезпечення для роботи з супутниковими знімками (ArcGis, R, QGIS, SNAP)	98

Розділ 4. Сфери застосування дистанційного зондування Землі	108
4.1. Науки про Землю	109
4.1.1. Кліматологія та метеорологія	109
4.1.2. Гідрологія	124
4.1.3. Геологія	146
4.1.4. Ландшафтознавство та урбаністика	173
4.2. Екологія та аграрні науки	198
4.2.1. Лісовництво	199
4.2.2. Агрономія	213
4.2.3. Охорона довкілля та раціональне природокористування	226
4.2.4. Моніторинг надзвичайних ситуацій та оцінка стану довкілля	241
ВИСНОВКИ	268
ДОДАТКИ	270
СЛОВНИК ТЕРМІНІВ	281

Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1.

Історія та практичне застосування



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко, Т. Л. Кучма,
Н. С. Коблюк, О. В. Гордієнко

**РОБОЧИЙ ЗОШИТ
З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО
ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ**

Частина 1

Історія та практичне застосування

2-ге видання, доповнене і перероблене

За редакцією
академіка НАН України
С. Довгого

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

УДК 528.6
P58

Авторський колектив:

С. М. Бабійчук – заступник лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» ІНІ-МАНУ, кандидатка педагогічних наук;
Л. Я. Юрків – спеціалістка ГІС у міжнародній некомерційній громадській організації «МРНАСТ Інформація»;
О. В. Томченко – наукова співробітниця Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України», методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» ІНІ-МАНУ, кандидатка технічних наук;
Т. Л. Кучма – старша викладачка Національного університету «Львівська політехніка», старша наукова співробітниця Інституту агроенергетики і пророзумного сільського господарства НААНУ, кандидатка сільськогосподарських наук;
Н. С. Коблюк – методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» ІНІ-МАНУ;
О. В. Гордієнко – молодший науковий співробітник Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, спеціаліст із геоінформаційних систем «OpenGIS», методист II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» ІНІ-МАНУ.

Рецензенти:

В. О. Сисельська – директор Державної наукової установи «Центр проблем морської геології, геохімії та оцінювання рудотворення НАН України», член-кореспондент НАН України, доктор географічних наук;
В. Габірім – доктор наук про Землю, ГІС-експерт Закарпатського національного університету (Солотвино)

Рекомендоване науково-методичне видання
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)

Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 1. Історія та практичне застосування / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко та ін. – 2-ге вид., доповн. і перероб. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 122 с.

ISBN 978-617-7945-05-4

Робочий зошит є практичним доповненням до навчального посібника «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (С. О. Довгого, В. І. Лелько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків).

Практичні роботи, що містяться в робочому зошиті, укладені з метою ознайомлення читача з можливостями застосування космічних знімків Sentinel-1 i Landsat у різноманітних дослідженнях, зокрема кліматичних, гідрологічних, лісових, сільськогосподарських тощо.

Робочий зошит може використовуватися методами і керівниками сесій системи Малої академії наук України, вчителами в університеті, ліцей, гімназій у навчальній та науково-дослідницькій діяльності, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем.

УДК 528.6

© Бабійчук С. М., Юрків Л. Я.,
Томченко О. В. та ін., 2023
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ISBN 978-617-7945-05-4

ЗМІСТ

Вступне слово.....	4
Ознайомлення зі штучними супутниками Землі.....	5
Ознайомлення з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва).....	8
Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області).....	15
Дослідження стану лісового покриву (на прикладі території Дрезвільського заповідника Житомирської області).....	21
Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей).....	30
Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі).....	38
Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинного промислу на Рівненщині.....	44
Дослідження зміни урбанізаційного процесу (на прикладі розбудови (простання) м. Києва).....	53
Знакомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro.....	63
Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обліпіння Аральського моря).....	72
Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Київської області).....	77
Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара, Дніпропетровська область.....	81
Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P).....	90
Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кліауса на Гаваї).....	97
Створення веб-ГІС проекту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online).....	103
Створення карти в сервісі Google My Maps.....	112
Аерокосмічні приклади зміни клімату на сайті NASA.....	121
Ознайомлення з NASA WorldView (на прикладі зміни світлового забруднення в Україні).....	127
Ознайомлення з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва).....	135
Додатки.....	141

Навчальна програма з позашкільної освіти. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування. Дослідницько-експериментальний напрям

 <p>НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ</p> <p>Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування</p> <p>Дослідницько-експериментальний напрям</p> <p>2-ге видання</p> <p>Київ 2023</p>	<p>МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»</p> <p>Бабійчук Світлана Томченко Ольга</p> <p>НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ</p> <p>Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування</p> <p>Дослідницько-експериментальний напрям</p> <p>Основний рівень 1 рік навчання</p> <p>2-ге видання</p> <p>Київ Національний центр «Мала академія наук України» 2023</p>
<p>УДК 37.01 Б12</p> <p><i>«Схвалено для використання в освітньому процесі» Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 29.03.2023 (протокол № 1)</i></p> <p><i>Зареєстровано у Каталозі надання грифів навчальної літератури та навчальних програм за № 8.0013-2023</i></p> <p>Автори: Бабійчук Світлана Миколаївна — завідувачка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. пед. наук; Томченко Ольга Володимирівна — методистка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. техн. наук.</p> <p>Рецензенти: Нестеренко О. В. — завідувачка кафедри геоінформаційних систем та управління територіями Київського національного університету будівництва і архітектури, канд. техн. наук; Остроух В. І. — доцент кафедри геодезії та картографії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, канд. геогр. наук.</p> <p>Бабійчук С. М. Б12 — Навчальна програма з позашкільної освіти. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування. Дослідницько-експериментальний напрям / С. М. Бабійчук, О. В. Томченко. — 2-ге вид. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. — 24 с.</p> <p>Навчальна програма з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» спрямована на формування у вихованців уявлення про фізичні основи дистанційного зондування Землі та компетентностей застосовувати супутникові знімки в різноманітних дослідженнях.</p> <p>Видання призначене для педагогічних працівників закладів позашкільної освіти, зокрема систем Малої академії наук України, а також для усіх, хто цікавиться питаннями позашкільної освіти.</p> <p>УДК 37.01</p> <p>© Бабійчук С. М., Томченко О. В., 2023 © Національний центр «Мала академія наук України», 2023</p>	<p>ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА</p> <p>Розвиток космічної галузі є одним з пріоритетів Плану високого рівня України — ЄС щодо подальшого співробітництва. Важливе місце в цій галузі економіки посідає дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), напрям, у якому нині працюють висококваліфіковані науковці, інженери й освітяни. Україна приєдналася до програми Європейського Союзу і Європейського космічного агентства зі збирання й опрацювання даних супутникового моніторингу Землі на глобальному рівні — «Copernicus». Освітня сфера не може залишитися осторонь тенденцій активного застосування супутникового моніторингу Землі як для економічних, так і для екологічних цілей. Навчальна програма з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (далі — програма) є частиною освітнього комплексу, який складатиметься з посібника, робочого зошита, відеосупроводу тощо і був розроблений з метою підготовки здобувачів освіти до життя в умовах активного розвитку космічної галузі, зокрема супутникового моніторингу Землі.</p> <p>ДЗЗ є одним з напрямів наукової освіти, який активно розвивається в Малій академії наук, оскільки, з одного боку, учні вже безпосередньо й опосередковано використовують у повсякденному житті результати аналізу супутникових знімків (електронні карти для визначення оптимального маршруту, онлайн-ресурси з аналізу актуальної екологічної ситуації свого населеного пункту, «Google Earth Pro» тощо), а з іншого — сучасні дослідження в галузі наук про Землю та екології вже практично неможливо уявити без аналізу інформації зі штучних супутників Землі. Супутниковий знімок — один з інструментів, що виконують такі функції, оскільки є першоджерелом інформації.</p> <p>Мета програми полягає у формуванні в учнів, вихованців і слухачів пізнавальної, практичної, творчої та соціальної компетентностей інструментами супутникового моніторингу Землі, а також розвитку у їх критичного та наукового мислення.</p> <p>Відповідно до поставленої мети основні завдання полягають у розвитку у вихованців, учнів і слухачів таких компетентностей:</p>

- *пізнавальної*: формування поглиблених знань з основ ДЗЗ, природничих наук та інформаційних технологій; індивідуальної матриці знань та уявлень про свій населений пункт, регіон, країну і глобальні процеси; ознайомлення термінологічного апарату з ДЗЗ; вивчення особливостей проведення досліджень на основі аналізу супутникових знімків;
 - *практичної*: вдосконалення навичок аналізувати переваги й недоліки інструментів дослідження; формування здатності розв'язувати дослідницькі задачі та проблеми в природничій галузі за допомогою аналізу супутникових знімків, логічно обґрунтувати власну позицію, уміння виконувати поставлені завдання, оцінювати екологічні ризики та приймати відповідні рішення, виконувати пошукові, дослідні й дослідницькі роботи з використанням методу аналізу даних ДЗЗ, обирати метод розв'язання дослідницьких задач, аналізувати дані ДЗЗ та реалізовувати відповідний алгоритм у програмних середовищах;
 - *творчої*: розвиток творчих здібностей особистості, критичного, логічного мислення; формування навичок здійснення наукового пошуку і творчих підходів до дослідницької діяльності; набуття досвіду власної діяльності, уміння ефективно розпорядитися часом з метою реалізації дослідницьких та проєктних цілей, а також здатності до пошуку, систематизації й аналізу інформації з різних джерел та генерації нових ідей, вміння комплексно й системно оцінювати процеси зовнішнього середовища, причини їх виникнення та можливі наслідки;
 - *соціальної*: формування потреби особистості до перманентного самодосконалення протягом життя; розвиток комунікативних навичок через організацію групової форми дослідження; формування екологічної відповідальності та відповідальності вихованця поваги до праці своєї та інших, наполегливості, доброзичливості й товарищескості, культури праці; формування цінності активної громадянської позиції та роботи як автономно, так і в команді.
- Реалізація зазначеної мети й завдань дасть змогу досягти початкової, розвивальної та виховної функції освітнього процесу.

4

Програма передбачає дотримання дидактичних принципів навчання: доступності, послідовності, системності, науковості, зв'язку дослідження з життям, наочності, індивідуального підходу до вихованців, учнів і слухачів.

Зміст програми спрямовано на формування у вихованців, учнів і слухачів знань з основ ДЗЗ, навичок роботи з відповідними вебресурсами й програмним забезпеченням, пошуковою та дослідницькою роботи.

Відповідно до Закону України «Про позашкільну освіту» від 22.06.2000 р. № 1841-III зі змінами від 22.05.2021 р. програма відповідає дослідницько-експериментальному напрямку позашкільної освіти. Водночас її контент підготовлений згідно з такими нормативно-правовими документами, як Закон України «Про освіту» від 05.09.2017 р. № 2145-VIII зі змінами від 02.10.2021 р. і Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затверджене наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 р. № 651 зі змінами від 11.01.2009 р.

Програма призначена для вихованців, учнів, слухачів закладів позашкільної освіти віком з 12 до 17 років, які починають або продовжують займатися дослідницькою діяльністю, після засвоєння ними матеріалів з основ інформатики й курсу географії 7 класу за освітньою програмою базової середньої освіти. Одиницею освітнього процесу є блок занять (розділ). Загальна кількість навантажень становить 324 год. Рекомендована кількість годин на тиждень — 9. Організація освітнього процесу за цією програмою здійснюється із застосуванням технологій, форм і методів, орієнтованих на організацію дослідницької діяльності вихованців, учнів і слухачів закладів позашкільної освіти.

Основними методами, що застосовуються в освітньому процесі, є пошуковий, дослідний і дослідницький (як цілісний процес або деякі його етапи). Застосування методів навчання або їх комбінування залежить від розділу програми, теми та проблеми дослідження, також передбачена інтеграція словесних, наочних і практичних методів навчання. Основним інструментом досліджень є ланковий метод як з емпіричної групи (моніторинг, спостереження, порівняння, вимір, експеримент тощо), так і з теоретичної (аналіз, синтез, моделювання, абстрагування, метод

5

аналогій, ідеалізація, індукція, дедукція, формалізація, класифікація, узагальнення, систематизація, конкретизація, порівняння, прогнозування тощо).

Навчальна програма містить теоретичну і практичну частини. З метою формування теоретичних знань застосовуються такі методи: лекції, бесіди, дискусії, повсюдно-ілюстративний, репродуктивний тощо. Для набуття практичних навичок застосовують пошуковий, дослідний, дослідницький методи, а також форми самостійної, індивідуальної та групової роботи з аналізу супутникових знімків, моніторингу природних процесів, явищ та наслідків антропогенного впливу на навколишнє середовище. Практична робота передбачає використання персонального комп'ютера, необхідних програмних засобів і доступ до мережі Інтернет.

Контроль та оцінювання знань вихованців, учнів і слухачів відбувається під час проведення практичних робіт, тестування, за результатами захисту наукових проєктів і дослідницьких робіт.

За цією програмою можуть проводитися також заняття в групах індивідуального навчання відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.04.2004 р. № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 р. № 1123). Програма є орієнтовною. Педагог може вносити зміни й доповнення до її змісту, враховуючи інтереси вихованців, учнів і слухачів, регіональні особливості, стан матеріальної бази закладу. Програма розрахована на запропонований перелік обладнання. Вона може слугувати основою для створення програм спекурсів та факультативів у циклі природничих дисциплін.

6

Основний рівень

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	2	–	2
Розділ 1. Історія дистанційного зондування Землі	8	16	24
1.1. Історія аерофото- і космічних досліджень Землі	2	4	6
1.2. Стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні	2	4	6
1.3. Міжнародні організації у сфері дистанційного зондування Землі	4	8	12
Розділ 2. Фізичні основи дистанційного зондування Землі	8	16	24
2.1. Електромагнітне випромінювання	2	4	6
2.2. Загальна схема дистанційного зондування Землі	2	4	6
2.3. Авіаційні та космічні носії	2	4	6
2.4. Приклади найбільш популярних систем дистанційного зондування Землі	2	4	6

7

Розділ 3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків	14	28	42
3.1. Сутність та ознаки дешифрування	4	8	12
3.2. Попереднє оброблення супутникових знімків	2	4	6
3.3. Тематичне оброблення супутникових знімків	4	8	12
3.4. Програмне забезпечення для роботи із супутниковими знімками	4	8	12
Розділ 4. Сфери застосування дистанційного зондування Землі	32	64	96
4.1. Віртуальний глобус «Google Earth Pro»	6	12	18
4.1.1. Можливості програми «Google Earth Pro»	2	4	6
4.1.2. Тематичне картографування обмінних морів	2	4	6
4.1.3. Виявлення та картографування сміттєвалищ	2	4	6
4.2. Вебресурс «EO Browser»	20	40	60
4.2.1. Основи роботи в ресурсі «EO Browser»	2	4	6
4.2.2. Моніторинг надзвичайних ситуацій	2	4	6
4.2.3. Дослідження стану лісового покриву	2	4	6
4.2.4. Моніторинг зміни стану водних об'єктів	2	4	6
4.2.5. Аналіз стану агроландшафтів	2	4	6
4.2.6. Дослідження антропогенних змін природного ландшафту	2	4	6

8

4.2.7. Моніторинг стану урбонізаційних	2	4	6
4.2.8. Дослідження екогенних процесів	2	4	6
4.2.9. Моніторинг стану атмосферного повітря	2	4	6
4.2.10. Дослідження вулканічної активності	2	4	6
4.3. Ознайомлення з веб-ІС-проектами	6	12	18
4.3.1. Робота з інтернет-сервісом «ArcGIS online»	4	8	12
4.3.2. Створення проєктів у сервісі «Google My Maps»	2	4	6
Розділ 5. Організаційно-масові заходи	7	22	29
5.1. Наукові конференції та заходи	3	12	15
5.2. Екскурсії, лекторії та тематичні заходи	4	10	14
Розділ 6. Основи дослідницької діяльності	37	69	106
6.1. Основні поняття про дослідницьку роботу	6	12	18
6.2. Основні структурні елементи дослідження	16	17	33
6.3. Написання й оформлення дослідницької роботи	15	40	55
6.3.1. Укладання дослідницької роботи	5	25	30
6.3.2. Оформлення дослідницької роботи	10	15	25
Підсумок	1	-	1
Разом	109	215	324

9

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (2 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з курсом та формою проведення занять, правилами техніки безпеки. Ознайомлення з поняттями академічної доброчесності й академічного плагіату. Правила санітарії, гігієни. Організація робочого місця виконавцями, учнями й слухачами. Інструктаж із безпеки життєдіяльності під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій. Організаційні питання.

Розділ 1. Історія дистанційного зондування Землі (24 год)

1.1. Історія аерофото- і космічних досліджень Землі (6 год)
Теоретична частина. Аероспостереження земної поверхні. Етапи розвитку космічної ери. Дослідження Землі та навколишнього простору до 1957 р. Від перших космічних супутників до пілотованих кораблів. Від космічних кораблів до орбітальних станцій. Історія космічних станцій бататоразового використання. Відмінність космічного знімання від аерознімання.
Практична частина. Ознайомлення зі штучними супутниками Землі.

1.2. Стан та перспективи розвитку дистанційних методів дослідження Землі в Україні (6 год)
Теоретична частина. Становлення ДЗЗ в Україні. Історія створення засобів штучного супутникового спостереження за Землею в Україні. Українська космічна система дистанційного зондування Землі «Сіра». Українські імена в історії космонавтики. Підприємства й установи сфери дистанційного зондування Землі в Україні.
Практична частина. Виконання пошукового завдання: опис діяльності проєктів, наукових тем, міжнародної співпраці українських установ, залучених до сфери ДЗЗ.

1.3. Міжнародні організації у сфері дистанційного зондування Землі (12 год)
Теоретична частина. Європейське космічне агентство. Національне управління з авіонавтики й дослідження космічного

10

простору (НАСА). Міжнародна програма дослідження Землі з космосу «GEOSS». Європейська організація супутникової метеорології «EUMETSAT». Європейська програма спостережень за Землею «Copernicus». Проєкт спільного Європейського дослідницького простору у сфері спостереження Землі «ERA-PLANET».
Практична частина. Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті НАСА. Укладання словника-довідника з ДЗЗ.

Розділ 2. Фізичні основи дистанційного зондування Землі (24 год)

2.1. Електромагнітне випромінювання (6 год)
Теоретична частина. Поняття «електромагнітний спектр» і «шкала електромагнітних хвиль». Процеси розсіювання, поглинання та явище дисперсії в атмосфері.
Практична частина. Виконання завдань пошукового характеру: рисування спектральної кривої водної поверхні, відкритого ґрунту, сільськогосподарських посівів, хвойних лісів. Крутий стил «Роль ДЗЗ в науковому дослідженні».

2.2. Загальна схема дистанційного зондування Землі (6 год)
Теоретична частина. Загальна схема ДЗЗ. Пасивне й активне ДЗЗ. Апаратура дистанційного знімання.
Практична частина. Виконання завдань дослідного характеру: недоліки та переваги пасивного й активного знімання земної поверхні штучними супутниками Землі. Укладання словника-довідника з ДЗЗ.

2.3. Авіаційні та космічні носії (6 год)
Теоретична частина. Типи штучних супутників Землі. Пілотовані кораблі. Орбітальні станції. Міжнародна космічна станція.
Практична частина. Супутниковий знімок як основа постережного захисту. Виконання завдань дослідного характеру: типи штучних супутників Землі за призначенням. Укладання словника-довідника з ДЗЗ.

11

<p>2.4. Приклади найбільш популярних систем дистанційного зондування Землі (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Системи дистанційного зондування Землі («Landsat», «Sentinel», «Terra» («Modis», «Aster»), «RapidEye», «Planet Labs»). Основні характеристики супутникових знімків. Космічне сміття.</p> <p><i>Практична частина.</i> Вебпортали супутникових даних Американського та Європейського космічних агентств.</p> <p>Розділ 3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків (42 год)</p> <p>3.1. Сутність та ознаки дешифрування (12 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Сутність та ознаки дешифрування. Приклади дешифрування деяких елементів. Послідовність процедури оброблення супутникових знімків. Супутникові знімки як інструмент для відстеження змін у просторі, аналізу зміни площі різних типів наземного покриття.</p> <p><i>Практична частина.</i> Візуальне дешифрування як спосіб розпізнавання супутникових знімків. Виконання завдань дослідного характеру: дешифрування супутникового знімка «Sentinel-2» території м. Києва. Укладання словника-довідника з ДЗЗ.</p> <p>3.2. Попереднє оброблення супутникових знімків (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Методи попереднього оброблення супутникових зображень. Геометричне і радіометричне коригування.</p> <p><i>Практична частина.</i> Виконання завдань дослідного характеру: аналіз відмінностей двох рівнів оброблення супутників «Sentinel-2» і «Landsat-8» у ресурсі «EO Browser». Укладання словника-довідника з ДЗЗ.</p> <p>3.3. Тематичне оброблення супутникових знімків (12 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Метод комбінування каналів. Ручне, візуальне дешифрування. Напівавтоматичне дешифрування: розрахунок спектральних індексів та порогова класифікація. Автоматична класифікація об'єктів на супутниковому знімку (некерована і керована).</p> <p style="text-align: center;">12</p>	<p><i>Практична частина.</i> Комбінація каналів — виявлення спектральних особливостей різних типів земної поверхні. Укладання словника-довідника з ДЗЗ.</p> <p>3.4. Програмне забезпечення для роботи із супутниковими знінками (12 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Відкриті й комерційні геоінформаційні системи. Настільні інструментальні ПС сімейства «ArcGIS», «Quantum GIS» — вільне геоінформаційне програмне забезпечення з відкритим кодом.</p> <p><i>Практична частина.</i> Ознайомлення з «LandsatLook» (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва). Укладання словника-довідника з ДЗЗ.</p> <p>Розділ 4. Сфери застосування дистанційного зондування Землі (96 год)</p> <p>4.1. Віртуальний глобус «Google Earth Pro» (18 год)</p> <p>4.1.1. Можливості програми «Google Earth Pro» (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Доступні версії застосунок Google «Планета Земля» для телефона, планшета і комп'ютера. Ознайомлення з інтерфейсом, робота з інструментами навігації у програмі «Віртуальний глобус».</p> <p><i>Практична частина.</i> Ознайомлення з віртуальним глобусом «Google Earth Pro». Практика дослідницької роботи.</p> <p>4.1.2. Тематичне картографування обмінних морів (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Розширені можливості програми Google «Планета Земля» для комп'ютера. Доступні тематичні шари й варіанти дослідження Землі, Місяця та зоряної системи в застосунок Google «Планета Земля». Основи тематичного картографування в програмі Google «Планета Земля».</p> <p><i>Практична частина.</i> Тематичне картографування в програмі «Google Earth Pro» (на прикладі дослідження обмінні Аральського моря).</p> <p style="text-align: center;">13</p>
<p>4.1.3. Виявлення та картографування сміттєзвалищ (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Основи дешифрування сміттєзвалищ на супутникових знімках. Типи сміттєзвалищ та їх вплив на довкілля. Вигляд полігонів твердих побутових і промислових відходів на супутникових знімках. Офіційно зареєстровані й стихійні сміттєзвалища.</p> <p><i>Практична частина.</i> Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Києво-Святошинського району Київської області).</p> <p>4.2. Вебресурс «EO Browser» (60 год)</p> <p>4.2.1. Основи роботи в ресурсі «EO Browser» (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> «EO Browser» — платформа доступних онлайн-знімків середньої та низької просторової розрізненості від Європейського космічного агентства. Ознайомлення з інтерфейсом та інструментами «EO Browser». Основні можливості й огляд інтерфейсу ресурсу «EO Browser».</p> <p><i>Практична частина.</i> Ознайомлення з «EO Browser» (на прикладі завантаження супутникового знімка території м. Києва). Практика дослідницької роботи.</p> <p>4.2.2. Моніторинг надзвичайних ситуацій (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> ДЗЗ як засіб моніторингу надзвичайних ситуацій. Спектральні особливості різних типів земної поверхні.</p> <p><i>Практична частина.</i> Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області).</p> <p>4.2.3. Дослідження стану лісового покриття (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Супутниковий моніторинг захворювань лісу та вирубок. Ресурси для моніторингу стану лісового покриття.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження стану лісового покриття за даними ДЗЗ (на прикладі території Древлянського заповідника Житомирської області).</p> <p>4.2.4. Моніторинг зміни стану водних об'єктів (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Космічна гідрологія. Приклади змін водойм. Індексні зображення стану водойм і водної рослинності.</p> <p style="text-align: center;">14</p>	<p>Режим річок. Поняття «повінь», «паводок». Дослідження явища водопілля на супутникових знімках.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінювання динаміки весняного водопілля на півночі Київської та Чернігівської областей).</p> <p>4.2.5. Аналіз стану агроландшафтів (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Аналіз вигляду сільськогосподарських угідь на супутникових знімках. Супутниковий моніторинг в сільському господарстві. Основні поняття карти наземного покриття та землекористування.</p> <p><i>Практична частина.</i> Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Ладизинському районі).</p> <p>4.2.6. Дослідження антропогенних змін природного ландшафту (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Види антропогенних ландшафтів на супутникових знімках. Спектральні особливості різних типів гірських порід та поверхні Землі.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинного промислу на Рівненщині.</p> <p>4.2.7. Моніторинг стану урболандшафтів (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Використання ДЗЗ для дослідження міста. Світлове забруднення. Аналіз розподілу зелених насаджень у мегаполісах.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження зміни урболандшафтів на прикладі розбудови (аростання) м. Києва.</p> <p>4.2.8. Дослідження екзогенних процесів (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Екзогенні геологічні процеси на супутникових знімках. Основи дешифрування площинної та лінійної ерозії.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі річчя р. Самари (Новомосковський район Дніпропетровської області).</p> <p style="text-align: center;">15</p>

<p>4.2.9. Моніторинг стану атмосферного повітря (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Ресурси для моніторингу якості повітря. Атмосферний моніторинг за допомогою даних із супутника «Sentinel-5P».</p> <p><i>Практична частина.</i> Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника «Sentinel-5P»).</p> <p>4.2.10. Дослідження вулканічної активності (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Вулканічна активність на супутникових знімках. Ресурси для моніторингу вулканічної активності.</p> <p><i>Практична частина.</i> Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях).</p> <p>4.3. Ознайомлення з веб-ГІС-проєктами (18 год)</p> <p>4.3.1. Робота з інтернет-сервісом «ArcGIS online» (12 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Джерела картографічних матеріалів, що містять інформацію про територію України. Відкриті джерела векторних даних. Платформа «ArcGIS online».</p> <p><i>Практична частина.</i> Створення веб-ГІС-проєкту на основі інтернет-сервісу «ArcGIS online».</p> <p>4.3.2. Створення проєктів у сервісі «Google My Maps» (6 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Відкриті ресурси з тематичними даними ДЗЗ. Платформа «Google My Maps».</p> <p><i>Практична частина.</i> Створення та групове редагування карти в сервісі «Google My Maps».</p> <p>Розділ 5. Організаційно-масові заходи (29 год)</p> <p>5.1. Наукові конференції та хаби (15 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Умови участі у наукових конференціях. Правила підготовки презентаційного матеріалу для участі в конференціях. Правила та умови участі у ГІС-хабах міжнародного рівня.</p> <p><i>Практична частина.</i> Підготовка картографічного матеріалу, презентаційного матеріалу, оформлення презентаційного мате-</p>	<p>ріалу у форматі проєктів. Участь у конференціях до Міжнародного дня ГІС. Участь та ознайомлення з роботою в «ArcGIS Hub» та «QGIS Hub».</p> <p>5.2. Екскурсії, лекторії та тематичні заходи (14 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Правила поведінки на учнівських заходах. Вимоги до оформлення та захисту індивідуальних дослідницьких робіт у форматі проєкту.</p> <p><i>Практична частина.</i> Зустрічі з науковцями. Лекторії з ретроспективи та перспективи розвитку індустрії ГІС та її впливу на повсякденне життя людей. Можливості створення віртуальних екскурсій в «ArcGIS StoryMaps». Захист індивідуальних дослідницьких робіт у форматі проєкту.</p> <p>Розділ 6. Основи дослідницької діяльності (106 год)</p> <p>6.1. Основні поняття про дослідницьку роботу (18 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Загальна теорія та історія наукового дослідження. Особливості дослідницької діяльності. Мета, завдання дослідницької роботи. Визначення новизни й актуальності наукової проблеми. Обрання теми дослідження. Наукова проблема як початкова ланка дослідження. Постановка запитань як спосіб формулювання теми й визначення завдань дослідження.</p> <p><i>Науковий метод.</i> Проведення дослідження за допомогою спостереження чи експерименту. Основні правила проведення спостереження в географічному дослідженні з використанням космічних знімків.</p> <p>Бібліотека і мережа Інтернет як бази даних інформації. Види джерел наукової інформації. Правила використання інформації під час дослідження – цитування і посилання.</p> <p>Вимоги до оформлення дослідницьких робіт.</p> <p>Постер як форма представлення результатів дослідницької роботи.</p> <p>Програми для створення презентацій, їх інструменти.</p> <p><i>Практична частина.</i> Ознайомлення з тематикою дослідницьких робіт. Обрання сфери й теми дослідження. Формулювання актуальності теми. Визначення об'єкта і предмета дослідження. Складання плану дослідницької роботи. Обрання методів дослідження залежно від поставленої мети. Пошук ін-</p>
<p>формації у різноманітних джерелах для підтвердження чи спростування гіпотез і суджень стосовно проблеми дослідження.</p> <p>6.2. Основні структурні елементи дослідження (33 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Ознайомлення з методами наукової роботи та їх обрання. Об'єкт, предмет, актуальність, новизна, мета і завдання наукового дослідження. Опрацювання даних теоретичних, статистичних, картографічних. Опрацювання наукових матеріалів у бібліотеках, архівах, статистичних відділах. Методика написання та структурування роботи. Вимоги до оформлення презентаційних матеріалів. Використання презентаційних матеріалів під час виступів, захисту наукової роботи.</p> <p>Формування і використання у дослідницькій діяльності учнів тематичних та дистанційних аерокосмічних матеріалів як візуалізаційного елемента роботи. Ознайомлення із застосуванням методів та інструментів ГІС та ДЗЗ відповідно до теми дослідження. Оброблення інформаційної бази даних відповідних шарів електронної карти на основі матеріалів дистанційного зондування Землі для формування трансдисциплінарного картографічного матеріалу.</p> <p>Складання плану дослідження, на якому ґрунтується робота. Розроблення концепції дослідження, визначення мети й завдань. Планування процесу дослідження. Організація умов експерименту, збирання матеріалу. Систематизація матеріалів дослідження: підбиття підсумків, підготовка тексту дослідницької роботи. Оприлюднення результатів дослідження.</p> <p><i>Практична частина.</i> Виконання й оформлення дослідницької роботи за індивідуальними планами учнів і завданнями керівника гуртка. Аналіз проблеми за обраною темою у науковій літературі й практиці. Визначення мети й завдань роботи. Складання плану наукової роботи. Обрання методів дослідження. Опрацювання й систематизація наукової літератури. Підготовка і проведення дослідження. Опис перебігу етапів дослідження та формулювання висновків.</p> <p>6.3. Написання й оформлення дослідницької роботи (55 год)</p> <p>6.3.1. Укладання дослідницької роботи (30 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Основні етапи укладання дослідницької роботи: добірання та аналізування матеріалу дослідження,</p>	<p>розбиття на теоретичну і практичну частини, опис новизни, об'єкта і предмета дослідження, перспективи розвідки тощо.</p> <p>План викладення тексту дослідження. Підготовка чернетки як початковий етап написання дослідницької роботи. Особливості написання вступу та висновків роботи. Особливості написання мотиваційного листа.</p> <p>Основні вимоги до написання доповіді. Структура доповіді. Методи викладення матеріалу. Підготовка презентації роботи. Поради доповідачів. Ораторське мистецтво. Загальні правила ведення дискусії.</p> <p><i>Практична частина.</i> Написання тексту дослідницької роботи за планом і чернеткою. Формування списку використаної літератури. Укладання додатків до наукової роботи. Підготовка картографічного матеріалу, доповіді та презентації. Проведення перезахисту дослідницької роботи. Підготовка доповіді, мотиваційного листа та презентації. Підготовка до виступу.</p> <p>6.3.2. Оформлення дослідницької роботи (25 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Ознайомлення з основними вимогами до оформлення роботи. Структура тексту дослідницької роботи: титульний аркуш, зміст, перелік умовних позначень та скорочень, вступ, основна частина, висновки, список використаної літератури, додатки (за потреби). Постер, вимоги до оформлення постера, основні структурні елементи представлення досліджень у вигляді постера.</p> <p>Специфіка оформлення списку використаних джерел та додатків.</p> <p><i>Практична частина.</i> Оформлення дослідницької роботи, постера і презентації. Оформлення наукової статті за темою дослідження. Оформлення посилань на наукову літературу.</p> <p>Підсумок (1 год)</p> <p><i>Теоретична частина.</i> Підбиття підсумків річної роботи секції. Ознайомлення з планом роботи секції на наступний рік.</p>

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці, учні й слухачі мають знати:

- правила техніки безпеки та життєдіяльності, правила санітарії під час роботи за персональним комп'ютером, зокрема на заняттях, під час екскурсій тощо;
- основні дефініції дисципліни «Дистанційне зондування Землі»;
- фізичні основи супутникового моніторингу Землі;
- сфери застосування дистанційного зондування Землі в наукових дослідженнях загалом і в дослідницьких роботах учнів МАН України;
- етапи й ознаки дешифрування земних об'єктів на супутникових знімках;
- етапи створення картосхем на основі даних ДЗЗ.

Вихованці, учні й слухачі мають уміти:

- дотримуватися правил безпеки життєдіяльності, правил санітарії під час роботи за персональним комп'ютером, зокрема на заняттях, під час екскурсій тощо;
- застосовувати дані ДЗЗ у власних дослідженнях;
- здійснювати операції з пошуку супутникових знімків;
- визначати характеристики супутникових знімків;
- аналізувати дані різних супутників стосовно однієї території дослідження;
- виконувати елементарні математичні операції з даними супутникового моніторингу Землі;
- створювати картосхеми на основі даних ДЗЗ.

У вихованців, учнів і слухачів мають бути сформовані компетентності:

- *пізнавальні*, зокрема: формування індивідуальної матриці знань та упевнень про свій населений пункт, регіон, країну та глобальні процеси;

20

- *практичні*, зокрема: застосування даних ДЗЗ у своїх дослідницьких роботах; використання вебресурсів «EO Browser», «Google Earth Pro», «ArcGIS online» та «Google My Maps» для пошуку й аналізу супутникових знімків; комбінування спектральних каналів для виявлення особливостей об'єктів та процесів дослідження; аналіз динаміки обміління морів, зміни режиму річок та стану водойм; знаходження і дешифрування сміттєзвалища; моніторинг пожежі й обрахування площі старич; моніторинг стану лісового покриву, виявлення захворювань та вирубування лісу; аналіз зміни урбо-, агро- й антропогенних ландшафтів; виявлення й аналіз вулканічної активності та змін стану атмосферного повітря; створення власних веб-ГІС-проектів; підготовка дослідницького проекту й участь у конкурсах;
- *творчі*, зокрема: розвиток критичного, логічного і наукового мислення; формування навичок і набуття досвіду здійснення пошукової дослідної та дослідницької діяльності з метою генерації нових ідей, комплексного й системного оцінювання процесів зовнішнього середовища, виявлення причини їх виникнення та можливих наслідків;
- *соціальні*, зокрема: формування потреби особистості до постійного самовдосконалення протягом життя; розвиток комунікативних навичок; формування екологічної свідомості та відповідальності учня; виховання поваги до праці своєї та інших, наполегливості, доброзичливості й товариськості; формування цінності активної громадянської позиції та роботи як автономно, так і в команді.

21

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ (на прикладі групи з 10 вихованців)

Обладнання, прилади, пристосування	Кількість, шт.
Комп'ютер	персональний для кожного учня
Мультимедійний проєктор	1
Інтернет (швидкість – не менше ніж 100 Мбіт/с)	

22

ЛІТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ ПЕДАГОГІВ

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. Львів : Простір-М, 2015. 284 с.
2. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі : навч. посіб. Львів : Видавн. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. 712 с.
3. Геоінформаційні технології в екології : навч. посіб. / Пітач І. В. та ін. Чернівці, 2012. 273 с.
4. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
5. Запорожний В. І., Карезіна Н. П. Аерокосмічні дослідження Землі: історія розвитку : монографія. Київ : ТОВ «Юстон ЛТД», 2014. 302 с.
6. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи : підручник. Київ : Вища школа, 2009. 460 с.
7. Нехос А. Н., Щукін Г. Г., Нехос В. Ю. Дистанційні методи досліджень в екології : навч. посіб. Харків : ХНУ ім. В. І. Каразіна, 2007. 372 с.
8. Часковський О., Андрейчук Ю., Ямелинець Т. Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS : навч. посіб. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка ; Простір-М, 2021. 228 с.

ЛІТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ ВИХОВАНЦІВ

1. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
2. Основи дистанційного зондування Землі : робочий зошит. Ч. 1 / С. М. Бабійчук, Л. Я. Юрків, О. В. Тимченко, Т. Л. Кучма. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 80 с.

23

Навчально-методичний посібник «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах»



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. О. ДОВГІЙ, С. М. БАБІЙЧУК,
Т. Л. КУЧМА, О. В. ТОМЧЕНКО,
Л. Я. ЮРКІВ

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ:
АНАЛІЗ КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ
У ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

Навчально-методичний посібник

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2020

УДК 528.8
Д48

Укладачі:

С. О. Довгий – президент Малої академії наук України, доктор фізико-математичних наук, професор академії НАН і НАНУ України;

С. М. Бабійчук – завідувачка лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» НЦ «МАНУ», кандидатка педагогічних наук;

Т. Л. Кучма – старша викладачка Національного університету «Києво-Могилянська академія», наукова співробітниця Інституту агроелектроінформатики та природокористування НАН України, методистка НЦ «МАНУ», кандидатка сільськогосподарських наук;

О. В. Томченко – наукова співробітниця Державного університету «Білоусівський центр вероосвітніх досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України», методистка НЦ «МАНУ», кандидатка технічних наук;

Л. Я. Юрків – координаторка міжнародних проектів лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі», методистка НЦ «МАНУ»

Рецензенти:

Л. Д. Грозов – старший науковий співробітник Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, доктор технічних наук;

Р. Глаберн – доктор наук про Землю, ГІС-експерт Зволєнського технічного університету (Словаччина)

Рекомендовано навчально-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 15 жовтня 2020 р.)

Д48 Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. – 268 с.
ISBN 978-617-7945-11-5

Навчально-методичний посібник містить відомості про можливості застосування геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі у процесі дослідження, описує основні характеристики і ресурси для завантаження супутникових знімків; надає приклади візуалізації та попереднього опрацювання знімків супутникового знімка в геоінформаційних системах ArcGIS та QGIS. Також у посібнику представлено інформацію про процес інтерпретації (дешифрування) та аналізу супутникових знімків у геоінформаційних системах.

Посібник може використовуватися методистами і педагогами Малої академії наук України, викладачами і студентами закладів вищої освіти, вчителами, учнями для здобуття освіти з навчального спрямування в закладах спеціалізованої освіти з навчального профілю, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем.

УДК 528.8

© Довгий С. О., Бабійчук С. М.,
Кучма Т. Л. та ін., 2020
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2020

ISBN 978-617-7945-11-5

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Отримання, опрацювання та візуалізація супутникових знімків	9
1.1. Основні характеристики супутникових знімків	10
1.2. Ресурси для отримання інформації ДЗЗ	16
1.2.1. Copernicus Open Access Hub	18
1.2.2. EO browser	20
1.2.3. USGS Earth Explorer	25
1.2.4. Earthdata Search	32
1.2.5. NASA – Giovanni	33
1.2.6. Ресурси для комерційного використання	34
1.3. Програмне забезпечення для роботи із супутниковими знімками (ArcGIS, QGIS, Google Earth)	37
1.4. Попереднє опрацювання та візуалізація матеріалів ДЗЗ	86
Список використаних джерел	121
Розділ 2. Інтерпретація (дешифрування) та аналіз супутникових знімків	123
2.1. Ручне дешифрування	124
2.2. Напівавтоматичне дешифрування: розрахунок спектральних індексів та порогова класифікація	176
2.3. Автоматична класифікація (пекерована)	198
2.4. Аналіз геофізичних даних із супутникових знімків	224
Список використаних джерел	240
Висновки	241
Словник ГІС-термінів	243
Додатки	249

Робочий зошит «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах»

Частина 2



УДК 528.8
А64

Авторський колектив:

С. М. Бабічук – заступниця лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» НЦ «МАНУ», кандидата педагогічних наук;
Т. Л. Кучма – старша викладачка Національного університету «Києво-Могилянська академія», наукова співробітниця Інституту агрокології і природокористування НААНУ, методистка НЦ «МАНУ», кандидата сільськогосподарських наук;
Л. Я. Юрків – методистка лабораторії «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» НЦ «МАНУ»;
О. В. Томченко – наукова співробітниця Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України», методистка НЦ «МАНУ», кандидата технічних наук

Рецензенти:

В. О. Ємельянов – директор Державної наукової установи «Центр проблем морської геології, геокології та осадового рудотворення НАН України», член-кореспондент НАНУ, доктор геолого-мінералогічних наук;
Ю. В. Пархоменко – заступник декана факультету геоінформаційних систем та управління територіями Київського національного університету будівництва і архітектури, доцентка кафедри геоінформатики та фотограмметрії, кандидата технічних наук

Рекомендовано науково-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 2 від 16 червня 2021 р.)

Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2 / С. М. Бабічук, Т. Л. Кучма, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко ; за ред. С. О. Довгого. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. – 224 с.
ISBN 978-617-7945-20-7

Робочий зошит є практичним доповненням навчально-методичного посібника «Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» (С. О. Довгий, С. М. Бабічук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків). Практичні роботи, що містяться в робочому зошиті, укладені з метою полегшити читача з можливостями вастосування відкритого програмного забезпечення – Quantum GIS у дослідженнях, зокрема кліматичних, гідрологічних, лісових, сільськогосподарських тощо. Робочий зошит може використовуватися методистами і керівниками секцій системи Малої академії наук України, вчителями й учнями шкіл, ліцеїв, гімназій в освітній та дослідницькій діяльності, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі.

УДК 528.8

© Бабічук С. М., Кучма Т. Л.,
Юрків Л. Я., Томченко О. В., 2021
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2021

ISBN 978-617-7945-20-7

ЗМІСТ

Вступнє слово.....	5
Інструкції зі встановлення та реєстрації QGIS, EO Browser, Giovanni	6
1. Багаторічні кліматичні дані (за даними ресурсу Giovanni).....	12
1.1. Дослідження зміни концентрації NO ₂ та CO ₂ в атмосферному повітрі України.....	12
1.2. Аналіз кореляції температури водної поверхні та цвітіння води у Чорному та Азовському морях.....	21
2. Land cover – супутникові дані про наземний покрив.....	31
2.1. Аналіз зміни берегової лінії Тузлівських лиманів шляхом порівняння супутникової карти наземного покриття та топографічної карти.....	31
2.2. Зміна верхньої межі лісу гірського масиву Мармароси.....	40
3. Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей об'єктів.....	50
3.1. Виділення межі тропічного лісу на горі Ліко в Мозамбіку.....	50
3.2. Виділення межі між хвойним і широколистяним лісом біля села Лисовичі Київської області.....	60
3.3. Пікшелінг особливостей геологічних структур в околицях міста Аль-Ула Саудівської Аравії.....	75
4. Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу.....	85
4.1. Створення цифрової моделі рельєфу гори Говерла.....	85
4.2. Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення рідкісних видів орхідних у Карпатах.....	99
5. Індексовані зображення: вегетаційний індекс для моніторингу динаміки стану рослинності.....	113
5.1. Регіональна оцінка стану рослинності Кримського півострова за даними MODIS.....	113
5.2. Оцінка стану виноградника в Криму за даними Sentinel-2.....	123
6. Водні індекси для виявлення динаміки водних та водно-болотних об'єктів.....	133
6.1. Дослідження зміни гідрологічного режиму Бондарівського болота.....	133
6.2. Дослідження масштабів паводку на Дністрі влітку 2020 р.....	146
7. Можливості радіолокаційних зображень.....	157
7.1. Виявлення кораблів в акваторії Токійської затоки.....	157
7.2. Виявлення нафтового забруднення в акваторії Середземного моря.....	172

3

8. Регресійний аналіз растрів – виявлення залежності між факторами.....	185
8.1. Простий кореляційний аналіз залежності температури та цвітіння води Кам'янського водосховища.....	185
8.2. Поглиблений регресійний аналіз взаємозв'язку між дистанційними показниками стану Кам'янського водосховища.....	199
Список ілюстрацій.....	214
Додаток. Вигляд різних типів земної поверхні на супутникових знімках в Україні.....	215
Перелік назв інструментів.....	219

4

Навчальна програма з позашкільної освіти. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах. Дослідницько-експериментальний напрям



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

Бабійчук Світлана
Томченко Ольга

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Аналіз космічних знімків
у геоінформаційних системах

Дослідницько-експериментальний напрям

Основний рівень
1 рік навчання

2-ге видання

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

УДК 37.01
Б12

«Схвалено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти від 29.03.2023
(протокол № 1)

Зареєстровано у Каталогі надання графік навчальної літератури
та навчальним програмам за № 8.0027-2023

Автори:

Бабійчук Світлана Михайлівна — завідувачка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. пед. наук;

Томченко Ольга Володимирівна — методистка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. техн. наук

Рецензенти:

Горкобчук Ю. В. — доцентка кафедри геоінформатики та фотограмметрії, заступниця декана факультету геоінформаційних систем та управління територіями Київського національного університету будівництва і архітектури, канд. техн. наук;

Чесній В. М. — виконавач обов'язків завідувача відділу ландшафтознавства Інституту географії Національної академії наук України, канд. геогр. наук

Бабійчук С. М.

Б12 Навчальна програма з позашкільної освіти. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах. Дослідницько-експериментальний напрям / С. М. Бабійчук, О. В. Томченко. — 2-ге вид. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. — 28 с.

Навчальна програма з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрямку «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» спрямована на формування у вихованців компетентностей з основи дистанційного зондування Землі.

Програма призначена для організації освітнього процесу у закладах позашкільної освіти, зокрема систем Малої академії наук України. Вивчення буде корисне педагогічним працівникам, а також усім, хто цікавиться питаннями позашкільної освіти.

УДК 37.01

© Бабійчук С. М., Томченко О. В., 2023
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Епоха четвертої промислової революції зумовлює не лише зміну ставлення людства до ролі інформаційних технологій в усіх сферах, а й необхідність підготовки дітей до життя у другій половині XXI століття, в тому числі через нові методи та підходи до освітнього процесу. В епоху великих даних, створення та вдосконалення штучного інтелекту, нанороботів та квантових комп'ютерів, коли девайси, починаючи з пелюшок, стали невіддільною частиною життя, освіта не може залишатися осторонь.

З огляду на умови, що склалися станом на 2023 рік (дистанційна освіта, тотальна ком'ютеризація і щосекундне збільшення масиву даних, які можна і потрібно використовувати), в освіті формуються нове положення — про необхідність навчати учнів, вихованців і слухачів шукати, критично сприймати інформацію з мережі Інтернет, перевіряти її, аналізувати та творчо інтерпретувати.

Застосування інформаційних технологій у природничих науках дає змогу не лише переробити інформацію, а й, базуючись на концепції наукової освіти, здобувати нову, власну систему знань і уявлень про те, як «працює» наша планета і як ми на неї впливаємо. Сьогодні будь-хто може отримати доступ до даних супутникового спостереження за Землею. Космічний знімок містить чималі обсяги інформації, побачити та проаналізувати яку можна через застосування низки інструментів спеціального програмного забезпечення (ПЗ) — ГІС (геоінформаційні системи). Нині у світі налічується велика кількість ПЗ, створеного як на комерційній основі, так і з відкритим програмним кодом. Ця навчальна програма зосереджена на застосуванні ПЗ «Quantum GIs» («QGIs»).

Це одна з найпопулярніших функціональних кросплатформ ГІС, яка перебуває у вільному доступі (відповідно до ліцензії GNU GPL), динамічно розвивається і використовується на міжнародному рівні в академічному та професійному середовищі.

Потужним інструментом дослідження земної поверхні є дистанційне зондування Землі (ДЗЗ), що забезпечує високий рівень точності відображення різноманітної інформації у вигляді космічних знімків, точність та інформаційна наповне-

ність яких щороку зростають. Удосконалюється механізм космічного знімання: збільшується роздільна здатність космічного знімка, спектр знімання може надати докладну інформацію про рівень вегетації рослини на певній ділянці, рівень зволоженості / посушливості території, рух атмосферних фронтів тощо. Поєднання ГС із ДЗЗ дало можливість по-новому досліджувати нашу планету: бачити закриті для людського ока території, ретельно досліджувати ділянки, на які науковець міг ніколи й не ступати ногою.

Програма «Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах» передбачає набуття компетентностей з основ дистанційного зондування Землі на основному рівні. З огляду на концепцію Нової української школи освітній процес за цією програмою вплине на формування усіх десяти компетентностей, але більшою мірою спрямований на розвиток інформаційно-цифрової, екологічної та компетентності у природничих науках і технологіях.

Мета програми полягає у формуванні в учнів, вихованців і слухачів компетентностей, пов'язаних з аналізом космічних знімків у ГС, і розвитку їх критичного та наукового мислення.

Зміст програми спрямовано на формування у вихованців, учнів і слухачів знань з основ ДЗЗ та ГС, навичок роботи з відповідним програмним забезпеченням, його застосуваннями та аналітичними інструментами, залучення до пошукової та дослідницької роботи.

Відповідно до поставленої мети завдання програми полягають у формуванні у вихованців, учнів і слухачів таких компетентностей:

- *пізнавальної*: формування знань з основ ДЗЗ та ГС; розвиток у вихованців, учнів і слухачів геосторового та аналітичного мислення, вміння логічно викладати свої думки та картографічно аргументувати їх;
- *практичної*: формування навичок створення інтерактивних електронних картографічних матеріалів з використанням космічних знімків та аналітичних інструментів у дослідницькій діяльності, використання джерел географічної інформації, здійснення самостійного пошуку та аналізу інформації; розвиток просторового мислення;

4

учня. Організація дослідницької діяльності має враховувати індивідуальні можливості кожного вихованця, учня чи слухача.

Згідно з Законом України «Про позашкільну освіту» від 22.05.2021 р. № 1841-III програма відповідає таким напрямкам позашкільної освіти: еколого-натуралістичному, науково-технічному, дослідницько-експериментальному. Конент програми підготовлений з урахуванням вимог Закону України «Про освіту» від 23.04.2021 р. № 2145-VIII і Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 11.08.2004 р. № 651.

Програма призначена для навчання в закладах позашкільної освіти після засвоєння вихованцями, учнями й слухачами основ інформатики та курсу географії 7 класу й орієнтована на дітей віком з 12 до 17 років, які починають або продовжують займатись дослідницькою діяльністю. Розподіл годин у межах блоків є орієнтовним, викладач може вносити зміни та доповнення до змісту програми, плануючи свою роботу з огляду на інтереси вихованців, учнів і слухачів.

Програмою передбачено 1 рік навчання на основному рівні. Загальна кількість навантаження становить 324 год (9 год на тиждень).

Окрім того, важливою є підготовка вихованців, учнів і слухачів до участі в конкурсах, проєктах, програмах дослідницького спрямування, проведення консультацій для слухачів, кандидатів у члени та дійсних членів Малої академії наук України з дослідницької та проєктної роботи.

Організація освітнього процесу за цією програмою передбачає особистісно орієнтований, діяльнісний та комплексний підходи й ґрунтується на тісній взаємодії словесних, наочних і практичних методів навчання й виховання.

Основними методами, що застосовуються в освітньому процесі, є дослідницький (як цілісний процес або деякі його етапи), дослідний та пошуковий, проєктний. Застосування методів освіти та їх комбінування залежать від теми та проблеми дослідження. Основним інструментом досліджень є науковий метод як з емпіричної групи (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент, моніторинг тощо), так і теоретичної (аналіз, син-

6

- *творчої*: використання сучасних ІТ у навчанні; формування творчого підходу у дослідницькій діяльності; розширення досвіду групової роботи на основі методу проєктів;
- *соціальної*: формування усвідомленого, відповідального ставлення до навколишнього світу, здатності вирішувати екологічні проблеми; сприяння самореалізації та професійному самовизначенню вихованців, учнів і слухачів засобами ГС та ДЗЗ; виховання культури поведінки з технічними засобами навчання, а також позитивних якостей особистості: працелюбства, наполегливості, товариськості.

Зазначені мета й завдання дають змогу реалізувати навчальну, розвивальну та виховну функції освітнього процесу.

Необхідною умовою для досягнення поставленої мети є реалізація вказаних нижче дидактичних принципів навчання.

Науковості. Знання та дані, отримані на основі дослідницької діяльності, мають бути об'єктивними й науково обґрунтованими. Задля отримання перевірених результатів дослідницької діяльності повинні застосовуватися наукові методи.

Системності. Дотримання цього принципу полягає у забезпеченні наступності етапів дослідницької діяльності. Визначення місця результатів свого дослідження у системі сучасної науки.

Доступності. Враховуються особливості індивідуального та вікового розвитку вихованців, учнів і слухачів, що запобігає інтелектуальному, моральному чи фізичному переважанню школярів.

Наочності. Ефективність дослідження вихованців, учнів і слухачів залежить не лише від теоретичного, а й від емпіричного компонента діяльності. Це можуть бути експерименти, формування карт прогнозування чи кореляції кількох процесів / явищ.

Зв'язку дослідження з життям. Такий зв'язок відбувається через зміст дослідницької діяльності. ГС та ДЗЗ дають можливість працювати лише з просторово прив'язаною інформацією, тобто з тим, що існує, існувало чи може існувати у фізичному світі, а дослідницька діяльність — суб'єктивно обирати тему, яка цікавить вихованця, учня чи слухача.

Індивідуального підходу. Дотримання цього принципу передбачає виявлення індивідуальних дослідницьких можливостей

5

тез, абстрагування, метод аналогій, ідеалізація, індукція, дедукція, формалізація, класифікація, узагальнення, систематизація, конкретизація, порівняння, моделювання, прогнозування тощо).

Кожна тема навчального плану містить теоретичну і практичну частини. На теоретичних заняттях проводиться лекції, бесіди, використовуються пояснювально-ілюстративний, репродуктивний, частково-пошуковий, дослідний методи тощо.

На практичних заняттях застосовуються такі методи: самостійної, індивідуальної, групової та проєктної роботи з аналізу космічних знімків, створення електронних мап різної тематики, компонування мапи як картографічного компонента дослідницьких робіт. Практичні завдання виконуються за допомогою персонального комп'ютера, необхідних програмних засобів та доступу в мережу Інтернет. Одним із завдань викладача є створення умов для застосування ГС та ДЗЗ в освітньому процесі.

Контроль та оцінювання знань вихованців, учнів і слухачів відбувається під час проведення співбесід, тестування, захисту наукових проєктів, написання рефератів та проведення дослідницьких робіт, доповідей, участі в підсумкових тематичних конференціях, конкурсах та олімпіадах. Підсумком дослідницької роботи вихованців, учнів і слухачів може бути проведення власного дослідження на самостійно обрану тему. Результати досліджень можна оформити відповідно до вимог конкурсів, наприклад Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд» або міжнародного конкурсу Європейського космічного агентства «Climate detective».

За цією програмою можуть проводитися також заняття в групах індивідуального навчання згідно з Положенням про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки України від 11.04.2004 р. № 651 (зі змінами, внесеними наказом Міністерства освіти і науки України від 10.12.2008 р. № 1123).

7

Основний рівень

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	1	2
Розділ 1. Дистанційне зондування Землі	10	20	30
1.1. Використання матеріалів ДЗЗ у дослідницьких роботах. Фізичні основи ДЗЗ	2	4	6
1.2. Роль ДЗЗ в актуалізації картографічних матеріалів	2	4	6
1.3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків	4	8	12
1.4. Тематичне оброблення космічних знімків	2	4	6
Розділ 2. Геоінформаційні системи	6	12	18
2.1. Використання геоінформаційних систем у процесі дослідження Землі	2	4	6
2.2. Структура та функції геоінформаційних систем. Основи картографії	4	8	12
Розділ 3. Програмне забезпечення (ГІС) для роботи з даними ДЗЗ	14	28	42
3.1. Огляд професійного програмного забезпечення («QGIS»)	4	8	12
3.2. Виртуальний глобус Google «Планета Земля»	4	8	12

8

3.3. Відкриті ресурси з оброблення космічних знімків («EO Browser»)	4	8	12
3.4. Ресурси для отримання інформації ДЗЗ	2	4	6
Розділ 4. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах	34	68	102
4.1. Багаторічні кліматичні дані (за даними ресурсу «Giovanni»)	4	8	12
4.1.1. Аналіз динаміки забруднення атмосфери	2	4	6
4.1.2. Аналіз кореляції цвітіння води та температури водної поверхні у Чорному й Азовському морях	2	4	6
4.2. Індексовані зображення для моніторингу стану рослинності (нормалізований відносний індекс рослинності)	4	8	12
4.2.1. Регіональне оцінювання стану рослинності з використанням індексу NDVI за даними «Modis»	2	4	6
4.2.2. Індекс NDVI для оцінювання стану рослинності локального поля за даними «Sentinel-2»	2	4	6
4.3. Комбінація каналів – виявлення спектральних особливостей об'єктів	6	12	18
4.3.1. Зацифрування межі тропічного лісу	2	4	6

9

4.3.2. Визначення меж між хвойним і листяним лісом	2	4	6
4.3.3. Визначення особливостей геологічних структур	2	4	6
4.4. Land cover – супутникові дані про наземний покрив	4	8	12
4.4.1. Порівняння даних наземного покриву та топокарти	2	4	6
4.4.2. Ручне дешифрування – зацифрування верхньої межі лісу гірського масиву	2	4	6
4.5. Водний індекс для виявлення динаміки водних та водно-болотних об'єктів	4	8	12
4.5.1. Моніторинг зволоженості боліт внаслідок зміни клімату	2	4	6
4.5.2. Моніторинг паводкової ситуації	2	4	6
4.6. Особливості радіолокаційних зображень	4	8	12
4.6.1. Дешифрування кораблів в акваторії моря	2	4	6
4.6.2. Виявлення нафтового забруднення в акваторії	2	4	6
4.7. Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу	4	8	12
4.7.1. Тривимірне моделювання гірської поверхні	2	4	6

10

4.7.2. Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення видів рослин	2	4	6
4.8. Регресійний аналіз – виявлення залежності між факторами	4	8	12
4.8.1. Визначення залежності цвітіння води від температури поверхні	2	4	6
4.8.2. Поглиблений регресійний аналіз взаємоз'язку між цвітінням води та температурою	2	4	6
Розділ 5. Основи дослідницької діяльності	37	69	106
5.1. Основні поняття про науково-дослідницьку діяльність	6	12	18
5.2. Основні структурні елементи дослідження	16	17	33
5.3. Дослідницька робота: написання та оформлення	15	40	55
Розділ 6. Організаційно-масові заходи зі збирання та аналізу супутникових знімків у ГІС	6	17	23
6.1. Наукові конференції та конкурси	3	12	15
6.2. Екскурсії, лекторії, тематичні заходи	3	5	8
Підсумок	1	–	1
Разом	109	215	324

11

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (2 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з курсом та формою проведення занять, вимогами до написання й презентації МАНівських робіт та критеріями їх оцінювання.

Правила санітарії, гігієни. Організація робочого місця. Інструктаж із безпеки життєдіяльності під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій. Організаційні питання.

Практична частина. Ознайомлення вихованців, учнів і слухачів з основними завданнями курсу. Відпрацювання інструктажів з пожежної безпеки, основ правильної організації робочого місця.

Розділ 1. Дистанційне зондування Землі (30 год)

1.1. Використання матеріалів ДЗЗ у дослідницьких роботах. Фізичні основи ДЗЗ (6 год)

Теоретична частина. Наукова робота. Наукова новизна. Актуальність теми наукового дослідження. Картографічне представлення матеріалів ДЗЗ на основі геоінформаційних систем. Основні характеристики космічних знімків. Загальна схема ДЗЗ.

Практична частина. Знайомство зі штучними супутниками Землі.

1.2. Роль ДЗЗ в актуалізації картографічних матеріалів (6 год)

Теоретична частина. Історичні передумови розвитку ДЗЗ. Оновлення просторово прив'язаної інформації за допомогою космічних знімків. Типи штучних супутників Землі.

Практична частина. Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті НАСА: моніторинг показників якості повітря, які впливають на глобальні зміни клімату.

1.3. Основи дешифрування та інтерпретації знімків (12 год)

Теоретична частина. Сутність та ознаки дешифрування. Приклади дешифрування окремих елементів. Метод комбінування каналів.

12

Практична частина. Розпізнавання рівних складових ландшафту на космічному знімку. Послідовність процедури дешифрування космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

1.4. Тематичне оброблення космічних знімків (6 год)

Теоретична частина. Ручне, візуальне дешифрування. Напівавтоматичне дешифрування: розрахунок спектральних індексів та порогова класифікація. Автоматична класифікація (некерована та керована).

Практична частина. Класифікація як способу дешифрування космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

РОЗДІЛ 2. Геоінформаційні системи (18 год)

2.1. Використання геоінформаційних систем у процесі дослідження Землі (6 год)

Теоретична частина. Ніша електронних карт у сучасній картографії. Порівняння паперових та електронних карт. Інтерпретація просторово прив'язаної інформації за допомогою геоінформаційних систем.

Практична частина. Крутий стіл «Роль ГІС та ДЗЗ в науковому дослідженні». Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

2.2. Структура та функції геоінформаційних систем. Основи картографії (12 год)

Теоретична частина. Властивості та елементи географічної карти. Способи картографічного зображення об'єктів та рельєфу на картах. Картографічні проекції. Векторні та растрові дані.

Практична частина. Карта як складова поштового захисту. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

РОЗДІЛ 3. Програмне забезпечення (ГІС) для роботи з даними ДЗЗ (42 год)

3.1. Огляд професійного програмного забезпечення («QGIS») (12 год)

Теоретична частина. Застосування ГІ у географічній науці. Сучасні ГІС-програми. Інсталяція програмного забезпечення

13

«QGIS» на персональні комп'ютери. Знайомство з інтерфейсом та інструментами програми «QGIS» Огляд та підключення додаткових модулів програми «QGIS».

Практична частина. Створення нового проєкту в ГІС-програмі з метою порівняння площі житлових масивів міста Києва за 35 років. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.2. Віртуальний глобус Google «Планета Земля» (12 год)

Теоретична частина. Доступні версії застосунок Google «Планета Земля» для телефону, планшета та комп'ютера. Знайомство з інтерфейсом, робота з інструментами навігації у програмі «Віртуальний глобус». Доступні тематичні шари та варіанти дослідження Землі, Місяця та зоряної системи в застосунок Google «Планета Земля». Тематичне дешифрування в програмі Google «Планета Земля».

Практична частина. Створення карти намитих піщаних масивів під забудову в заплаві річки Дніпра за останні 15 років. Дослідження обміління Аральського моря. Виявлення сміттєзвалищ (на прикладі Києво-Святошинського району Київської області). Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.3. Відкриті ресурси з оброблення космічних знімків («EO Browser») (12 год)

Теоретична частина. «EO Browser» — платформа доступних онлайн-знімків середньої та низької роздільної здатності від Європейського космічного агентства. Знайомство з інтерфейсом та інструментами «EO Browser»

Практична частина. Знайомство з ресурсом «EO Browser» (на прикладі завантаження космічного знімка «Sentinel-2» території міста Києва. Оцінювання наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі у Чорнобильській зоні). Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

3.4. Ресурси для отримання інформації ДЗЗ (6 год)

Теоретична частина. Доступні портали супутникових даних Американського та Європейського космічних агентств. «Copernicus Open Access Hub» — вебплатформа доступу до радарних знімків «Sentinel-1», оптичних мультиспектральних знімків «Sentinel-2», а також даних «Sentinel-3».

14

Практична частина. Завантаження космічних знімків житлового масиву Троєщина міста Києва та аналіз вигляду території у 1984 та 2019 роках. Розшифрування складових назви та змісту архіву космічних знімків. Укладання словника-довідника з ГІС та ДЗЗ.

РОЗДІЛ 4. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах (102 год)

4.1. Багаторічні кліматичні дані (за даними ресурсу «Giovanni») (12 год)

4.1.1. Аналіз динаміки забруднення атмосфери (6 год)

Теоретична частина. «Giovanni» — платформа для відображення просторово прив'язаних даних із супутників NASA. Формати відображення даних «Giovanni»: анімація, площинна візуалізація, часові ряди, усереднені значення (меридіональні та зональні), вертикальні профілі тощо.

Практична частина. Аналіз динаміки концентрації діоксиду азоту та вуглекислого газу в атмосферному повітрі тропосфери на території України.

4.1.2. Аналіз кореляції цвітіння води та температури водної поверхні у Чорному й Азовському морях (6 год)

Теоретична частина. Платформа супутникового моніторингу NASA — «Giovanni». Концентрація хлорофілу та температура у водних об'єктах.

Практична частина. Визначення кореляції між температурою води та концентрацією хлорофілу у Чорному й Азовському морях.

4.2. Індексовані зображення для моніторингу стану рослинності (нормалізований відносний індекс рослинності) (12 год)

4.2.1. Регіональне оцінювання стану рослинності з використанням індексу NDVI за даними «Modis» (6 год)

Теоретична частина. Нормалізований відносний індекс рослинності (NDVI) як показник стану рослинного покриву. Регіональне оцінювання стану рослинності за даними «Modis».

15

Практична частина. Порівняння процесу вегетації на Кримському півострові за червень 2010, 2015 та 2019 років із використанням космічних знімків «Modis».

4.2.2. Індекс NDVI для оцінювання стану рослинності локального поля за даними «Sentinel-2» (6 год)

Теоретична частина. Ресурси та спектральні канали для визначення нормалізованого відносного індексу рослинності (NDVI). Спектральні криві.

Практична частина. Порівняння за індексом NDVI стану виноградників у господарстві «Alma Valley» на Кримському півострові за серпень 2017 та 2020 років із використанням космічних знімків «Sentinel-2».

4.3. Комбінація каналів — виявлення спектральних особливостей об'єктів (18 год)

4.3.1. Зашифрування межі тропічного лісу (6 год)

Теоретична частина. Комбінація каналів — виявлення спектральних особливостей різних типів земної поверхні. Автоматична та ручна класифікація об'єктів на космічному знімку. Виявлення меж між хвойним і листяним лісом за космічними знімками.

Практична частина. Визначення типу лісу, що росте на горі Ліко (Мозамбик), його площі. Оцінювання вартості екосистемних послуг, які він надає регіону.

4.3.2. Визначення меж між хвойним і листяним лісом (6 год)

Теоретична частина. Виявлення меж між хвойним і листяним лісом за космічними знімками. Спектральні особливості різних типів лісової поверхні.

Практична частина. Виконання ручної та автоматичної класифікації, визначення зміни в найпоширеніших породах лісового масиву за 10 років з допомогою знімків «Landsat-5» та «Sentinel-2» на території лісового масиву поблизу села Лісовичі (Київська обл.).

4.3.3. Визначення особливостей геологічних структур (6 год)

Теоретична частина. Спектральні особливості різних типів гірських порід на поверхні Землі.

16

Практична частина. Аналіз особливостей геологічних структур на прикладі Саудівської Аравії, території Аль-Ула.

4.4. Land cover — супутникові дані про наземний покрив (12 год)

4.4.1. Порівняння даних наземного покриву та топокарти (6 год)

Теоретична частина. Космічні знімки як інструмент для відстеження змін у просторі, аналізу зміни площ різних типів наземного покриву: лісу, річки, берегової лінії, ділянки степу, межі міської забудови чи сільськогосподарських полів. Основні поняття карти наземного покриву та землекористування.

Практична частина. Візуальне порівняння зміни наземного покриву території національного природного парку «Тузовські лимани» за даними низки космічних знімків.

4.4.2. Ручне дешифрування — зашифрування верхньої межі лісу гірського масиву (6 год)

Теоретична частина. Методика та інструменти ручного зашифрування. Топографічні карти та їх умовні позначення.

Практична частина. Визначення змін верхньої межі лісу поблизу гори Піп Іван Мармароський за допомогою топографічних карт початку XX ст. та сучасних космічних знімків.

4.5. Водний індекс для виявлення динаміки водних та водно-болотних об'єктів (12 год)

4.5.1. Моніторинг зволоженості боліт внаслідок зміни клімату (6 год)

Теоретична частина. Дослідження гідрологічних об'єктів. Спектральні індекси для виявлення динаміки водних об'єктів. Моніторинг боліт.

Практична частина. Дослідження водного режиму Бондарівського болота навесні 2018 та 2020 років.

4.5.2. Моніторинг паводкової ситуації (6 год)

Теоретична частина. Дослідження явища паводка на космічних знімках.

17

Виявлення масштабів паводка та дослідження динаміки розливання річок.

Практична частина. Створення тематичних карт затопленої території в межах Галицької територіальної громади Івано-Франківської області на основі водного індексу за даними космічного знімка «Sentinel-2» влітку 2020 року.

4.6. Особливості радіолокаційних зображень (12 год)

4.6.1. Дешифрування кораблів в акваторії моря (6 год)

Теоретична частина. Дослідження об'єктів на радіолокаційних космічних знімках. Радарні та мультиспектральні знімки.

Практична частина. Визначення різниці між радарними («Sentinel-1») та мультиспектральними («Sentinel-2») знімками.

4.6.2. Виявлення нафтового забруднення в акваторії (6 год)

Теоретична частина. ДЗЗ як засіб моніторингу надзвичайних ситуацій. Моніторинг нафтових розливів у морі.

Практична частина. Відстеження шляхів лайнера «MS Westerdam» та кількості кораблів у порту Йокогама (Японія) з 4 лютого 2020 року (на період карантину судна «Diamond Princess»).

4.7. Візуалізація знімків на цифровій моделі рельєфу (12 год)

4.7.1. Тривимірне моделювання гірської поверхні (6 год)

Теоретична частина. Цифрова модель рельєфу Землі — SRTM. Морфометричний аналіз (крутість, орієнтація схилу). Тривимірне моделювання (3D).

Практична частина. Створення 3D-моделі гори Говерли та частини Чорногірського хребта з метою визначення крутості туристичного маршруту від спортивної бази «Заросляк».

4.7.2. Аналіз рельєфу в дослідженнях поширення видів рослин (6 год)

Теоретична частина. Ресурси та супутникові дані про рельєф земної поверхні. Бази даних з біорізноманіття.

18

Практична частина. Дослідження впливу рельєфу на поширення орхідних у Карпатах.

4.8. Регресійний аналіз — виявлення залежності між факторами (12 год)

4.8.1. Визначення залежності цвітіння води від температури поверхні (6 год)

Теоретична частина. Визначення залежності між різними показниками, отриманими за супутниковими даними, про стан земної поверхні за космічними знімками.

Практична частина. Пошук залежності між цвітінням води та температурою поверхні води, пороговими спектральними індексами на прикладі Кам'янського водосховища.

4.8.2. Поглиблений регресійний аналіз взаємозв'язку між цвітінням води та температурою (6 год)

Теоретична частина. Регресійний аналіз. Кореляційні зв'язки.

Практична частина. Розширений аналіз залежності низки показників цвітіння води.

РОЗДІЛ 5. Основи дослідницької діяльності (106 год)

5.1. Основні поняття про науково-дослідницьку діяльність (18 год)

Теоретична частина. Загальна теорія та історія наукового дослідження. Особливості дослідницької діяльності. Мета, завдання дослідницької роботи. Визначення новизни та актуальності наукової проблеми. Обрання теми дослідження. Наукова проблема як початкова ланка дослідження. Постановка запитань як спосіб формулювання теми і визначення завдань дослідження. Гіпотеза як ідея відповіді на проблему і пошук шляхів розв'язання проблеми. Способи перевірки гіпотези. Науковий метод. Проведення дослідження за допомогою спостереження чи експерименту. Основні правила проведення спостереження у географічному дослідженні з використанням космічних знімків.

Бібліотека та мережа Інтернет як бази даних інформації. Види джерел наукової інформації. Правила використання інформації під час дослідження — цитування і посилання.

19

Структура тексту дослідницької роботи: титульний аркуш, зміст, перелік умовних позначень і скорочень, вступ, основна частина, висновки, список використаної літератури, додатки (за потреби). Вимоги до оформлення дослідницької роботи.

Постер як форма представлення результатів дослідницької роботи. Програми для створення презентації, їх інструменти.

Практична частина. Ознайомлення з тематикою дослідницьких робіт. Обрання напрямку теми дослідження. Формування актуальності теми. Визначення об'єкта і предмета дослідження. Складання плану дослідницької роботи. Обрання методів дослідження залежно від поставленої мети. Пошук інформації у різноманітних джерелах для підтвердження чи спростування гіпотез і суджень стосовно проблеми дослідження.

5.2. Основні структурні елементи дослідження (33 год)

Теоретична частина. Уточнення і обрання теми дослідницької роботи. Ознайомлення та обрання методів наукової роботи. Ознайомлення з вимогами до написання дослідницьких робіт. Об'єкт, предмет, актуальність, новизна, мета і завдання наукового дослідження. Оброблення даних: теоретичне, статистичне, картографічне. Опрацювання наукових матеріалів у бібліотеках, архівах, статистичних відділах. Методика написання, вимоги до оформлення дослідницьких робіт, структурування роботи. Вимоги до оформлення презентаційних матеріалів. Використання презентаційних матеріалів під час виступів, захистів наукової роботи.

Формування та використання тематичних та дистанційних аерокосмічних матеріалів у дослідницькій діяльності учнів як візуалізаційного елемента роботи. Ознайомлення із застосуванням методів та інструментів ГІС та ДЗЗ відповідно до теми дослідження. Опрацювання інформаційної бази даних відповідних шарів електронної карти на основі матеріалів дистанційного зондування Землі, формування трансдисциплінарного картографічного матеріалу.

Складання плану дослідження. Об'єкт, предмет дослідження, методи, необхідні для проведення дослідження. Розроблення концепції дослідження, визначення мети і завдань. Планування процесу дослідження. Обрання методів дослідження. Організація умов експерименту, збирання матеріалу. Оброблення даних: ста-

20

тистичне, теоретичне, математичне, картографічне. Систематизація матеріалів дослідження: підбиття підсумків, підготовка тексту дослідницької роботи. Оприлюднення результатів дослідження.

Практична частина. Виконання та оформлення дослідницької роботи за індивідуальними планами учнів і завданнями керівника гуртка. Аналіз проблеми за обраною темою у науковій літературі й практиці. Визначення мети і завдань роботи. Складання плану наукової роботи. Обрання методів дослідження. Опрацювання й систематизація наукової літератури. Підготовка та проведення дослідження. Опис перебуту етапів дослідження та формування висновків.

5.3. Дослідницька робота: написання та оформлення (55 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з основними вимогами до оформлення роботи. Структура тексту дослідницької роботи: титульний аркуш, зміст, перелік умовних позначень та скорочень, вступ, основна частина, висновки, список використаної літератури, додатки (за потреби). Постер, вимоги до оформлення постера, основні структурні елементи представлення досліджень у вигляді постера.

План викладення тексту дослідження. Підготовка чернетки як початковий етап написання дослідницької роботи. Особливості написання вступу та висновків роботи. Специфіка оформлення списку використаних джерел. Додатки: їх зміст, особливості оформлення.

Основні вимоги до написання доповіді. Структура доповіді. Методи викладення матеріалу. Підготовка презентації роботи. Поради доповідачів. Ораторське мистецтво. Загальні правила ведення дискусії.

Практична частина. Вивчення вимог до оформлення роботи. Написання тексту роботи за планом і чернеткою. Оформлення посилань на наукову літературу. Формування списку використаної літератури. Укладання додатків до наукової роботи. Написання та оформлення дослідницької роботи. Підготовка картографічного матеріалу, доповіді та презентації. Проведення передзахисту дослідницької роботи. Підготовка доповіді та презентації. Підготовка до виступу.

21

РОЗДІЛ 6. Організаційно-масові заходи зі збирання та аналізу супутникових знімків у ГІС (23 год)

6.1. Наукові конференції та конкурси (15 год)

Теоретична частина. Особливості організації, проведення й участі у наукових заходах і конкурсах та збирання й аналізу супутникових знімків у ГІС.

Вимоги та основні етапи проведення Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд», Всеукраїнського конкурсу «Save Сладок» та міжнародного конкурсу Європейського космічного агентства «Climate detective». Основні інструменти екологічних досліджень — космічні знімки.

Практична частина. Участь у конференціях, конкурсах, олімпіадах різних рівнів.

6.2. Екскурсії, лекторії, тематичні заходи (8 год)

Теоретична частина. Правила поведінки на учнівських заходах.

Практична частина. Екскурсії до музеїв науки, космонавтики та авіації, астрономічних обсерваторій (Полтавський музей авіації і космонавтики, Музей науки Малої академії наук України, Головна астрономічна обсерваторія НАН України, Музей історії повітроплавання та літакобудування в Україні у Національному авіаційному університеті тощо). Відвідування виставок. Лекторії. Різні тематичні заходи.

Підсумок (1 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків річної роботи секції. Ознайомлення з роботою секції на наступний рік.

22

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці, учні та слухачі мають знати:

- правила техніки безпеки, правила саїтгарії під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій, польових досліджень;
- що таке дистанційне зондування і геоінформаційні системи, у тому числі основні дефініції дисципліни: «дистанційне зондування Землі», «географічні інформаційні системи», «космічний знімок»;
- структуру та функції дистанційного зондування Землі й геоінформаційних систем;
- сфери застосування дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем у наукових дослідженнях загалом та у дослідженнях в межах Малої академії наук України зокрема;
- можливості використання компонентів та модулів програм ГІС та ДЗЗ у створенні карт;
- етапи та ознаки інтерпретації земних об'єктів на космічних знімках;
- можливості візуального представлення географічної інформації з космічних апаратів за допомогою електронної карти;
- етапи створення електронних тематичних карт на основі даних ДЗЗ.

Вихованці, учні та слухачі мають уміти:

- дотримуватися правил техніки безпеки, правил саїтгарії під час проведення занять, практичних робіт, екскурсій, польових досліджень;
- використовувати дані ДЗЗ у дослідницьких роботах;
- здійснювати операції з космічними знімками;
- визначати роздільну здатність знімків;
- дешифрувати об'єкти на космічних знімках;
- використовувати аналітичні інструменти;

23

- виконувати вимірювання відстаней і площ на космічних знімках;
- створювати електронну карту за допомогою ГІС та ДЗЗ.

У вихованців, учнів і слухачів мають сформуватися компетентності:

- використовувати матеріали ДЗЗ у своїх дослідженнях;
- застосовувати програмне забезпечення «QGIS» для аналізу супутникових знімків;
- знаходити інтернет-ресурси та сервіси для завантаження супутникових знімків;
- аналізувати динаміку забруднення атмосфери;
- формувати індексовані зображення для моніторингу стану рослинного покриву різного масштабу;
- комбінувати спектральні канали для виявлення та «підсвічення» особливостей об'єктів і процесів дослідження;
- використовувати дані про наземний покрив для ручного та автоматичного дешифрування;
- моніторити стан водних та водно-болотних об'єктів за супутниковими знімками;
- аналізувати просторові дані за цифровими моделями рельєфу;
- виявляти залежності між процесами (кореляція, регресія тощо) за супутниковими знімками.

24

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ (на прикладі групи з 10 вихованців)

Обладнання, прилади, наочність	Кількість, шт.
Комп'ютер	10
ПЗ «QGIS»	10
Мультимедійний проєктор	1
Інтернет (швидкість – не менше ніж 100 Мбіт/с)	

25

ЛІТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ ПЕДАГОГІВ

1. Андрейчук Ю. М., Ямелинець Т. С. ГІС в екологічних дослідженнях та природоохоронній справі : навч. посіб. Львів : Про-спір-М, 2015. 284 с.
2. Байрак Г. Р., Муха Б. П. Дистанційні дослідження Землі : навч. посіб. Львів : Видавн. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. 712 с.
3. Геоінформаційні технології в екології : навч. посіб. / І. В. Пітак та ін. Чернівці, 2012. 273 с.
4. Зацерковний В. І., Каревіна Н. П. Аерокосмічні дослідження Землі: історія розвитку: монографія. Київ : ТОВ «Юстон ЛТД», 2014. 302 с.
5. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи : підручник для студ. вищ. навч. закл. Київ : Вища школа, 2009. 460 с.
6. Некос А. Н., Шукін Г. Г., Некос В. Ю. Дистанційні методи досліджень в екології : навч. посіб. Харків : ХНУ ім. В. І. Каразіна, 2007. 372 с.

ЛІТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДОВАНА ДЛЯ ВИХОВАНЦІВ

1. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с.
2. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : метод. посіб. / С. О. Довгий та ін. Київ : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. 316 с.
3. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : робочий зошит. Частина 2 / С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, Л. Я. Юрків, О. В. Томченко; за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2021. 224 с.

26

Навчальне видання

*Бабійчук Світлана Миколаївна
Томченко Ольга Володимирівна*

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах

Дослідницько-експериментальний напрям

2-ге видання

Редагування: З. В. Пономаренко, О. Б. Степанюк
Верстання О. А. Жуванська
Дизайн обкладинки Б. Л. Лисовський

Формат 60×84/16. Папір офсетний 80 г/м².
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 1.63.
Наклад 300 прим.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»,
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 6999 від 04.12.2019

Навчально-методичний посібник «Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine»



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко, Л. І. Давибіда,
Н. С. Коблюк, С. Т. Пікуль

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ:
ОБРОБКА ТА АНАЛІЗ СУПУТНИКОВИХ ЗНІМКІВ
НА ПЛАТФОРМІ GOOGLE EARTH ENGINE

Навчальний посібник

За редакцією
академіка НАН України
С. О. Довгого

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

УДК 528.8
Д48

Автори:

С. М. Бабійчук – заступник лабораторії «ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ», канд. техн. наук,
О. В. Гордієнко – молодший науковий співробітник Інституту телекомунікацій та
глобального інформаційного простору НАН України, методист II категорії лабораторії
«ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ»,
О. В. Томченко – старша наукова співробітниця Державної установи «Науковий центр
аерокосмічних досліджень Землі Інституту геофізики НАН України, канд. техн. наук,
України, методист II категорії лабораторії «ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ», канд. техн. наук,
Л. І. Давибіда – доцентка кафедри геогеологічної безпеки та геоінформатики Івано-
Франківського національного технічного університету нафти і газу, методистка
II категорії лабораторії «ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ», канд. техн. наук,
Н. С. Коблюк – методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ»,
С. Т. Пікуль – методист II категорії лабораторії «ГІС та ДЗ» НЦ «МАНУ»

Рецензенти:

Ю. І. Вельгоднакій – заступник кафедри аерокосмічної геодезії та землестрою Національ-
ного авіаційного університету, кандидат фізико-математичних наук, старший дослідник,
Р. Гилберт – доктор наук про Землю, ГІС-експерт Зволєвського технічного університету
(Словаччина)

Рекомендовано науково-методичною радою
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 4 від 27 вересня 2023 р.)

Д48 Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на
платформі Google Earth Engine – навч. посіб. / С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко,
О. В. Томченко та ін. ; за ред. С. О. Довгого. – Київ : Національний центр «Мала
академія наук України», 2023. – 116 с.
ISBN 978-617-7945-58-0

Посібник є теоретичним компонентом третього рівня методики «Основні
дистанційного зондування Землі», яку розробляє лабораторія «ГІС та ДЗ»
НЦ «МАНУ». Він призначений формуванню компетентностей з обробки та аналізу
супутникових знімків у хмарній платформі компанії «Google» – Google Earth Engine.

Посібник знайомить читача з основами мови програмування JavaScript і
особливостями її використання на платформі Google Earth Engine. Також у ньому
представлено інформацію про роботу з геокодами, кодами опису колекцій даних у
Google Earth Engine, їх фільтрування та візуалізацію, можливості використання функцій
та створення вебзастосунків на формі представлення результатів дослідження.

Посібник може використовуватися аудиторією, освітніми і керівними сесіями
«ГІС та ДЗ» системи МАНУ, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати аналіз
даних супутникового моніторингу Землі на платформі Google Earth Engine.

УДК 528.8

© Бабійчук С. М., Гордієнко О. В., Томченко О. В.,
Давибіда Л. І., Коблюк Н. С., Пікуль С. Т., 2023
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ISBN 978-617-7945-58-0

ЗМІСТ

Вступнє слово.....	4
Перелік скорочень та умовних позначень.....	6
Розділ 1. Вступ до Google Earth Engine і мови програмування JavaScript.....	7
1.1. Історія створення Google Earth Engine.....	8
1.2. Зміни в мові програмування JavaScript.....	11
1.3. Сторона сервера і сторона користувача.....	14
1.4. Типи даних, притаманні JavaScript.....	15
Розділ 2. Огляд колекцій даних Google Earth Engine.....	20
2.1. Характеристика та типи колекцій даних.....	21
2.2. Растрові колекції даних.....	27
2.3. Векторні колекції даних.....	30
Розділ 3. Фільтрування колекцій.....	38
3.1. Фільтрування колекцій об'єктів.....	39
3.2. Фільтрування колекцій зображень.....	42
3.3. Сортування.....	46
3.4. Редуктори.....	47
Розділ 4. Функції в Google Earth Engine.....	53
4.1. Структура функції.....	54
4.2. Бібліотеки збудованих функцій GEE.....	57
4.3. Створення функцій.....	62
4.4. Застосування функцій до колекцій даних.....	66
Розділ 5. Користувальцький інтерфейс Google Earth Engine.....	71
5.1. Загальна характеристика модуля користувацького інтерфейсу.....	72
5.2. Основні компоненти модуля користувацького інтерфейсу.....	73
5.3. Огляд застосунків Earth Engine Apps.....	90
5.4. Публікація інтерактивного застосунку.....	93
Розділ 6. Оператори і цикли в JavaScript.....	97
6.1. Математичні оператори.....	98
6.2. Оператори порівняння.....	99
6.3. Логічні оператори.....	100
6.4. Умовні оператори if else і switch for, while.....	100
6.5. Розширене використання операторів.....	105
Висновки.....	109
Список використаних джерел.....	110
Додатки.....	112

Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко, Н. С. Коблюк,
В. І. Голот, Т. Л. Кучма, Л. Я. Юрків, С. Т. Пікуль

РОБОЧИЙ ЗОШИТ З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ

Частина 3

Обробка та аналіз супутникових знімків
на платформі Google Earth Engine

За редакцією
академіка НАН України
С. Довгого

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

УДК 528.8
P58

Авторський колектив:

С. М. Бабійчук – старша наукова співробітниця відділу природних ресурсів Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору Національної академії наук України, спеціаліст із геоінформаційних систем «senior», мезолектор П категорії лабораторії «ІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»;

О. В. Гордієнко – старша наукова співробітниця Державної установи «Національний центр аерокосмічних досліджень» Землі Інституту геоінформаційного простору Національної академії наук України, мезолектор П категорії лабораторії «ІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», кандидатка технічних наук;

Н. С. Коблюк – мезолектор «ІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»;

В. І. Голот – офісер відділу розвитку прикладного програмного забезпечення та інновацій у сфері інформаційних технологій Центру інновацій та розвитку оборонних технологій Міністерства оборони України;

Т. Л. Кучма – старша викладачка Національного університету «Києво-Могилянська академія», старша наукова співробітниця Інституту агроелектроніки і пророзовистування НААНУ, кандидатка спеціальності «ІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»;

Л. Я. Юрків – спеціаліст ІС у міжнародній мережній громадській організації «IMRACST Initiative»;

С. Т. Пікуль – мезолектор П категорії лабораторії «ІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»;

Рецензенти:

С. С. Андієва – старша наукова співробітниця відділу природних ресурсів Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору Національної академії наук України, кандидатка технічних наук;

А. П. Білошан – член громадської організації «Українська природоохоронна група», голова громадської організації «Прозорова ІС України»;

Рецензійна публікація мейнстрімальною редакцією
Національного центру «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)

Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3. Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine / С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко та ін. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. – 209с. – ISBN 978-617-7945-09-2

Робочий зошит є третьою частиною комплексного збірника практичних робіт в курсу «Основ дистанційного зондування Землі», він призначений для формування компетентностей з обробки та аналізу супутникових знімків на платформі Google Earth Engine.

Практичні роботи, що містяться в робочому зошиті, розроблені з метою ознайомити читача з можливостями аналізу супутникових знімків за допомогою послужностей веб-сервісу Google Earth Engine, який надає вільний доступ до більш ніж 46 терабайтів даних супутниково-моніторингу Землі.

Робочий зошит може використовуватися викладачами, освітянами, зокрема керівниками секцій «ІС та ДЗЗ» системи Малої академії наук України, а також усіма, хто прагне самостійно опанувати основи дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем.

УДК 528.8

© Бабійчук С. М., Гордієнко О. В.,
Томченко О. В. та ін., 2023
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ISBN 978-617-7945-09-2

ЗМІСТ

Вступне слово.....	4
Вступ до Google Earth Engine. Співтаблиця JavaScript для визначення площі території України.....	5
Робота з растровими даними на прикладі вибору супутникового знімка, комбінація каналів та завантаження на території пожежі в Дарницькому лісі.....	18
Завантаження векторних даних та топографічних карт у робоче середовище, їх аналіз і оцифрування на прикладі дослідження зміни лісу в Чорнобильській зоні.....	32
Створення графіків на основі тематичних даних для дослідження розподілу кількості опадів та вологості в Олександрійських лісах.....	51
Аналіз рельєфу із застосуванням моделювання підтоплення територій України внаслідок підняття рівня океану. Створення профілю і відривка рельєфу г. Говерлі.....	63
Візуальне порівняння радарних і спектральних супутникових зображень, створення водної маски для дослідження паводка на р. Дністер.....	80
Вивантаження узгоджених середньостатистичних даних у форматі таблиці в результаті аналізу зміни температурних показників на території України.....	92
Розрахунок спектральних індексів NDI1 та NDWI для моніторингу зміни стану рослинного покриву на Кримському півострові.....	104
Розрахунок грати лісу з візуалізацією у користувацькому інтерфейсі на основі даних Global Forest Change для дослідження негативних змін лісового покриву України.....	116
Класифікування вододій за допомогою методу машинного навчання Random Forest на території Шацьких озер.....	125
Візуалізація растрових та векторних даних з відображенням легенди на карті для дослідження впливу промислових об'єктів на стан атмосферного повітря.....	137
Створення композиційних анімаційних зображень із різних супутникових даних для відображення карстових процесів у районі Соколино.....	152
Створення анімаційних зображень часових рядів вегетаційного індексу на прикладі аналізу динаміки лісового покриву.....	165
Створення інтерактивного застосування з метою дослідження верхньої межі лісу в Карпатах.....	177

Навчальна програма з позашкільної освіти. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах. Дослідницько-експериментальний напрям



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дистанційне
зондування Землі

Дослідницько-експериментальний напрям

Вищий рівень
1 рік навчання

Київ
Національний центр
«Мала академія наук України»
2023

УДК 37.01
Б12

«Складено для використання в освітньому процесі»
Рішення експертної комісії з позашкільної освіти
від 13.12.2023 (протокол № 4)

Зареєстровано у Каталозі надано графік навчальної літератури
та навчальних програм за № 4.0089-2023

Автори:

Бабійчук Світлана Миколаївна — завідувачка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. іст. наук;
Гордієнко Олександр Вікторович — методист лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України»;
Томченко Ольга Володимирівна — методистка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України», канд. тех. наук

Рецензенти:

Нестеренко О. В. — декан факультету геоінформаційних систем та управління територіями, доцент Київського національного університету будівництва і архітектури, канд. тех. наук;
Великодзький Ю. І. — завідувач кафедри аерокосмічної геодезії та землеустрою, доцент Національного авіаційного університету, канд. тех. наук, канд. фіз.-мат. наук

Бабійчук С. М.

Б12 Навчальна програма з позашкільної освіти : Дистанційне зондування Землі. Дослідницько-експериментальний напрям / С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко. — Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. — 24 с.

Навчальна програма з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрям «Дистанційне зондування Землі» має на меті формування у вихованців компетентностей, пов'язаних з вивченням дистанційного зондування Землі на поглибленому рівні. Програма передбачає ознайомлення з можливостями хмарної платформи «Google Earth Engine» для оброблення та аналізу даних супутникового моніторингу Землі. Видання призначене для педагогічних працівників закладів позашкільної освіти, а також системи Малої академії наук України, а також усіх, хто цікавиться питаннями позашкільної освіти.

УДК 37.01

© Бабійчук С. М., Гордієнко О. В.,
Томченко О. В., 2023
© Національний центр
«Мала академія наук України», 2023

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПІСКА

Використання інформаційних технологій (ІТ) в освіті сьогодні стало звичним і надзвичайно важливим напрямом модернізації освітнього процесу в різних дисциплінах. Геоінформаційні системи (ГІС) та дистанційне зондування Землі (ДЗЗ) — це інформаційні технології, які органічно і активно вплітаються в розвиток наук про Землю.

Навчальна програма з позашкільної освіти дослідницько-експериментального напрям «Дистанційне зондування Землі» є третім освітнім рівнем з вивчення основ ГІС та ДЗЗ за методикою, яку розробляє лабораторія геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Національного центру «Мала академія наук України». На першому освітньому рівні вихованці ознайомлюються з фізичними основами та історією розвитку дисципліни ДЗЗ, на другому — з можливістю аналізувати супутникові знімки в професійних ГІС (QGIS та ArcGIS), третій рівень має на меті продемонструвати можливості аналізу супутникових знімків на хмарній платформі «Google Earth Engine» (GEE), що надає в огляді з найпотужніших вебплатформ, яка посідає інструменти ГІС та дані ДЗЗ.

Мета програми полягає у формуванні у вихованців компетентностей, пов'язаних з аналізом супутникових знімків на хмарній платформі «Google Earth Engine», розвитком їх критичного та наукового мислення.

Відповідно до поставленої мети основні завдання полягають у формуванні у вихованців таких компетентностей:

- *цікавальної*: отримання знань з основ оброблення супутникових знімків на хмарній платформі «Google Earth Engine» з використанням мови програмування; розвиток геопросторового та аналітичного мислення, вміння поетапно обробити супутникові дані з допомогою мови програмування;
- *практичної*: формування вмінь та навичок створення інтерактивних електронних картографічних матеріалів з використанням даних супутникового моніторингу Землі на хмарній платформі «Google Earth Engine», застосування даних супутникового моніторингу для перевірки валідності гіпотези дослідження, здійснення самостійного пошуку та аналізу інформації

- *творчої*: використання сучасних професійних ІТ у навчанні; формування творчих підходів до дослідницької діяльності та досвіду групової роботи на основі методу проєктів і їх оприлюднення на платформі «Google Earth Engine»;

- *соціальної*: формування екологічної компетентності; сприяння самореалізації та професійному самовизначенню засобами ГІС та ДЗЗ; виховання культури поведінки з технічними засобами навчання та позитивних якостей особистості (працелюбства, наполегливості); розвиток просторового мислення.

Зазначена мета й завдання дають змогу реалізувати навчальну, розвивальну та виховну функції освітнього процесу.

Програма сприяє формуванню знань з основ дистанційного зондування Землі на поглибленому рівні. Спираючись на Концепцію Нової української школи, освітній процес за цією програмою впливає на формування усіх 10 компетентностей, зокрема акцентується на інформаційно-цифровій, екологічній, а також фахових компетентностях у природничих науках і технологіях.

Зміст програми спрямовано на формування у вихованців знань з основ оброблення даних супутникового моніторингу Землі на хмарній платформі «Google Earth Engine», опанування навичок роботи з відповідними застосунками, модулями, бібліотеками даних та аналітичними інструментами, залучення до пошуку та досліджень.

Необхідною умовою для досягнення поставленої мети є реалізація дидактичних принципів навчання, зокрема:

- *науковості*: знання та дані, отримані під час дослідницької діяльності, мають бути об'єктивними, науково обґрунтованими, а супутникові знімки є періодичним джерелом інформації про стан сфер географічної оболонки, що дає можливість провести дослідження та отримати об'єктивні дані;
- *системності*: дотримання цього принципу полягає у забезпеченні наступності етапів дослідницької діяльності, визначенні місця результатів свого дослідження у системі сучасної науки;
- *доступності*: врахування особливостей індивідуального та вікового розвитку вихованців;
- *наочності*: ефективність дослідження вихованців залежить не лише від теоретичного, а й емпіричного компонента діяльно-

сті — це можуть бути експерименти, формування електронних, інтерактивних карт та геоастроосунків з прогнозування чи дослідження кореляційних зв'язків кількох процесів / явищ;

- *зв'язку дослідження з життям*: такий зв'язок здійснюється через зміст дослідницької діяльності: ГІС та ДЗЗ дають можливість працювати з просторово прив'язаною інформацією, яка є тимчасово недоступною для польових розвідок (наприклад, дані про тимчасово окуповані території нашої держави);
- *індивідуального підходу*: дотримання цього принципу визначає необхідність виявлення індивідуальних дослідницьких можливостей та запитів вихованців.

Навчальну програму розроблено згідно з законами України «Про освіту» від 23.04.2021 р. № 2145-VIII, «Про позашкільну освіту» від 22.05.2021 р. № 1841-ІІІ та Положенням про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах, затвердженим наказом Міністерства освіти і науки від 11.08.2004 р. № 651 (зі змінами, внесеними згідно з наказом Міністерства освіти і науки від 10.12.2008 р. № 1123).

Програма призначена для навчання в закладах позашкільної освіти після засвоєння вихованцями основ інформатики та курсу географії 9 класу, оскільки зміст програми передбачає стійкі міжпредметні зв'язки з географією, інформатикою і математикою.

Загальна кількість навчального часу становить 324 год (9 год на тиждень). Програма розрахована на 1 рік навчання на вищому рівні.

Організація освітнього процесу за цією програмою ґрунтується на компетентнісному, особистісно орієнтованому, діяльнісному підходах і здійснюється шляхом застосування технологій, форм і методів, орієнтованих на організацію дослідницької діяльності молоді.

Основними методами, що застосовуються в освітньому процесі, є дослідницький (як цілісний процес або деякі його етапи), дослідний та пошуковий. Застосування методів освіти та їх комбінація залежить від обраної теми та проблеми дослідження. Основним інструментом досліджень є науковий метод як з теоретичної (аналіз, синтез, абстрагування, аналогія, ідеалізація, індукція, дедукція, формалізація, класифікація, узагальнення, систематизація, конкретизація, порівняння, моделювання, про-

гнозування тощо), так і емпіричної групи (спостереження, порівняння, вимірювання, експеримент, моніторинг тощо).

Програма містить теоретичну і практичну частини. Вивчення теоретичного матеріалу відбувається за допомогою таких форм роботи: лекції, дискусії, круглі столи тощо. Практична частина програми є логічним продовженням вивченої теми в теоретичній частині, форми роботи якої передбачають закріплення на практиці набутих знань і розвиток навичок проведення самостійної, індивідуальної та групової роботи з аналізу супутникових знімків, створення електронних, інтерактивних карт та геоастроосунків різної тематики, компонування мапи як картографічного компонента дослідницьких робіт. Для виконання практичних завдань вихованці використовують персональні комп'ютери з доступом до мережі Інтернет.

Оцінювання знань вихованців відбувається під час проведення тестування, захисту наукових проєктів, написання рефератів та проведення дослідницьких робіт, доповідей, участі в підсумкових тематичних конференціях, конкурсах та олімпіадах.

У програмі подано перелік обладнання. Ця програма може слугувати основою для створення програм спекурсів та факультативів у циклі природничих дисциплін.

Вищий рівень

НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вступ	1	2	3
Розділ 1. Історія та вступ до програмування в геоінформаційних системах	8	16	24
1.1. Історія хмарних технологій	2	4	6
1.2. Найбільш вживані мови програмування в ГІС, на платформі	2	4	6
1.3. Історія мови програмування JavaScript	2	4	6
1.4. Синтаксис мови програмування JavaScript	2	4	6
Розділ 2. Дані для аналізу в Google Earth Engine	8	16	24
2.1. Робота з растровими даними	2	4	6
2.2. Робота з векторними даними	2	4	6
2.3. Робота зі словниками та списками	2	4	6
2.4. Колекції зображень	2	4	6
Розділ 3. Способи відображення географічних даних	6	12	18
3.1. Відображення даних за допомогою таблиць та графіків	2	4	6

3.2. Відображення мап	2	4	6
3.3. Відображення анімаційних зображень	2	4	6
Розділ 4. Математичні операції в Google Earth Engine	12	24	36
4.1. Розрахунок вегетаційних індексів	4	8	12
4.2. Маскування растрів	2	4	6
4.3. Сортування даних	2	4	6
4.4. Створення функцій	4	8	12
Розділ 5. Глобальні датасети	14	28	42
5.1. Пошук за датасетами	4	8	12
5.2. Робота з радарними даними	2	4	6
5.3. Робота з даними рельєфу	2	4	6
5.4. Дані стану лісового покриву Global Forest Change	4	8	12
5.5. Датасети з розрахованими даними	2	4	6
Розділ 6. Машинне навчання	14	31	45
6.1. Вступ до машинного навчання	2	4	6
6.2. Типи класифікації даних (з навчанням та без навчання)	4	11	15
6.3. Класифікація даних з навчанням за методом «Random Forest»	8	16	24
Розділ 7. Користувацький інтерфейс	12	27	39

8

7.1. Способи відображення інформації в користувацькому інтерфейсі	4	11	15
7.2. Створення інтерактивних застосунків	8	16	24
Розділ 8. Основи дослідницької діяльності	29	61	90
8.1. Повіття про дослідницьку діяльність	6	12	18
8.2. Проведення дослідження	10	20	30
8.3. Написання й оформлення дослідницької роботи	10	20	30
8.4. Представлення і захист дослідницької роботи	3	9	12
Підсумок	1	2	3
Разом	105	219	324

9

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

Вступ (3 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з метою та завданнями гуртка, формою проведення занять. План роботи на навчальний рік. Планування індивідуальної роботи гуртківців.

Інструктаж із безпеки життєдіяльності під час проведення занять, практичних робіт. Організація робочого місця. Ознайомлення з поняттями академічної доброчесності та академічного плагіату.

Практична частина. Круглий стіл «Актуальні напрями досліджень сучасних хмарних ГІС-технологій».

Розділ 1. Історія та вступ до програмування в геоінформаційних системах (24 год)

1.1. Історія хмарних технологій (6 год)

Теоретична частина. Поняття хмарних технологій. Відмінність оброблення даних у хмарних технологіях та на локальних комп'ютерах. Перша ГІС. Види ГІС: комерційні (ArcGIS), з відкритим кодом (QGIS, GRASS GIS).

Практична частина. Порівняння QGIS, ArcGIS, GEE для оброблення супутникових даних.

1.2. Найбільш важливі мови програмування в ГІС, на платформі (6 год)

Теоретична частина. Мови програмування Python та R для аналізу даних. Мови програмування та бібліотеки для візуалізації даних «Leaflet», «MapBox».

Практична частина. Дискусія «Колекція користувацьких сценаріїв для Sentinel Hub, реалізована в EO Browser».

1.3. Історія мови програмування JavaScript (6 год)

Теоретична частина. Історія створення мови програмування JavaScript. Розв'язання задач візуалізації інформації у веббраузерах. Основні принципи JavaScript. Можливості мови JavaScript.

Практична частина. Ознайомлення з основними поняттями GEE. Синтаксис мови програмування JavaScript на прикладі запуску та зміни частини коду.

1.4. Синтаксис мови програмування JavaScript (6 год)

Теоретична частина. Конструкції, що підходять для використання JavaScript в GEE. Створення змінних. Типи даних, які зберігаються в змінній.

Практична частина. Ознайомлення із синтаксисом мови програмування JavaScript для визначення площі території України.

Круглий стіл «Підходи до визначення площі полігональних об'єктів».

Розділ 2. Дані для аналізу в Google Earth Engine (24 год)

2.1. Робота з растровими даними (6 год)

Теоретична частина. Растрові дані в ГІС. Матриці в математиці. Розрізнення растрових даних. Типи растрових даних, супутникові зображення ортофотоплан, цифрова модель рельєфу, тематичні растрові дані.

Практична частина. Робота з растровими даними на прикладі обраного супутникового знімка, комбінація каналів та завантаження знімка території пожежі в Дарницькому лісі за 12 квітня 2020 року.

2.2. Робота з векторними даними (6 год)

Теоретична частина. Векторні дані в ГІС. Атрибутивна інформація. Основні операції з векторними даними — аналіз накладання, вибірка за атрибутом.

Практична частина. Завантаження векторних даних та топографічних мап у робоче середовище, їх аналіз і зашифрування на прикладі дослідження зміни лісу в Чорнобильській зоні.

2.3. Робота зі словниками та списками (6 год)

Теоретична частина. Списки в JavaScript. Обрання елементів списку. Видалення елементів списку. Зв'язані списки. Словники в JavaScript. Звернення до об'єкта в словнику. Створення словників «ключ-значення».

Практична частина. Створення простого словника «ключ-значення».

2.4. Колекції зображень (6 год)

Теоретична частина. «ImageCollection» як колекція зображень. Структура атрибутивної інформації для колекції зобра-

10

11

жень. Використання готових рішень для наявних датасетів. Створення окремої колекції зображень. Image як одне зображення. Різниця між одним зображенням та колекцією зображень. Принципи завантаження зображень для платформи GEE.

Практична частина. Огляд колекцій зображень (ImageCollection Overview) в GEE.

Розділ 3. Способи відображення географічних даних (24 год)

3.1. Відображення даних за допомогою таблиць та графіків (6 год)

Теоретична частина. Види представлення інформації за допомогою графіків. Види графіків. Представлення інформації за допомогою таблиць.

Практична частина. Вивантаження узагальнених середньостатистичних даних у форматі «.csv» для аналізу зміни температурних показників на території України.

3.2. Відображення мап (6 год)

Теоретична частина. Елементи мапи. Мапи в глобальній мережі Інтернет. Різновиди мап — за призначенням, типом інформації та типом відображення. Сфери застосування картографічних зображень.

Практична частина. Створення композитних анімаційних зображень з різних супутникових даних для відображення розвитку карстових процесів у районі Солотвино.

3.3. Відображення анімаційних зображень (6 год)

Теоретична частина. Поняття анімаційного зображення. Формати даних анімаційного зображення. Додавання атрибутивної інформації до зображень. Застосування функції до колекції зображень. Поняття часу для зображень. Виведення зображень на консоль. Виведення зображень на користувацький інтерфейс.

Практична частина. Створення анімаційних зображень часових рядів вегетаційного індексу на прикладі аналізу динаміки лісового покриву.

12

Concepts). Визначення різниці між аргументами функції (обов'язкові, необов'язкові).

Крутий стіл «Роль мови програмування JavaScript у дослідженнях циклу наук про Землю».

Розділ 5. Глобальні датасети (42 год)

5.1. Пошук за датасетами (12 год)

Теоретична частина. Поняття датасету. Пошук за датасетами в GEE. Поняття тегу для пошуку за датасетами. Пошук датасетів за допомогою території інтересу. Пошук за датасетами та тематичними даними. Пошук за допомогою тегів. Використання платформи для пошуку даних з високим розрізненням. Пошук растрових даних. Пошук векторних даних.

Практична частина. Пошук в датасетах GEE даних, що відповідають критеріям: Україна, ґрунти, супутникові знімки високої просторової розрізненості. Пошук за тегами «Landsat», «Sentinel», «MODIS».

Крутий стіл «Роль відкритих геоданих для розвитку сфери ДЗЗ в Україні».

5.2. Робота з радарними даними (6 год)

Теоретична частина. Радарні супутникові платформи. Поняття радарних даних з супутників. Сфери використання радарних даних у дослідженні змін довкілля.

Практична частина. Візуальне порівняння радарних і спектральних супутникових зображень, створення водної маски для дослідження паводка на р. Дністрі за 24 червня 2020 року.

5.3. Робота з даними рельєфу (6 год)

Теоретична частина. Поняття рельєфу земної поверхні. Глобальні дані про рельєф SRTM. Отримання даних про рельєф у GEE. Цифрове подання топографічної поверхні у вигляді растра (растрова цифрова модель рельєфу (ЦМР), сіткова ЦМР, grid DEM).

Практична частина. Аналіз рельєфу із застосуванням моделювання підтоплених територій України внаслідок підняття рівня океану. Створення профілю і відмівання рельєфу г. Говерли.

14

Розділ 4. Математичні операції в Google Earth Engine (36 год)

4.1. Розрахунок вегетаційних індексів (12 год)

Теоретична частина. Спектральні індекси в ДЗЗ. Види спектральних індексів: вегетаційні, водні, ґрунтові, снігового покриву та ін. Сфери застосування деяких вегетаційних індексів.

Практична частина. Розрахунок спектральних індексів NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) та NDWI (Normalized Difference Water Index) для моніторингу змін стану рослинного покриву на Кримському півострові. Ознайомлення з іншими вегетаційними індексами EVI (Enhanced Vegetation Index), BI (Brightness Index), GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index), CVI (Chlorophyll Vegetation Index).

Дискусія «Роль і можливості використання вегетаційних індексів для оптимізації вирощування зернових в Україні».

4.2. Маскування растрів (6 год)

Теоретична частина. Поняття маскування. Методи маскування зображень. Маскування окремих пікселів на зображенні. Поняття побігового зсуву числа.

Практична частина. Застосування функції маскування xmar на прикладі функції «maskS2clouds».

4.3. Сортування даних (6 год)

Теоретична частина. Поняття сортування даних. Сортування даних за місцем розташування. Сортування даних за датою. Сортування даних за вторинними показниками.

Практична частина. Дослідження сортування колекції векторних зображень за фільтром колекцій знімків «e.FeatureCollection.sort» та сортування колекції растрових зображень за фільтром «e.ImageCollection.sort» на території України.

4.4. Створення функцій (12 год)

Теоретична частина. Поняття функції в JavaScript. Створення функції. Змінні, які може приймати функція. Виведення результатів розрахунку функції. Принципи ООП.

Практична частина. Ознайомлення з функціональним програмуванням в JavaScript (Functional Programming

13

5.4. Дані стану лісового покриву Global Forest Change (12 год)

Теоретична частина. Поняття втрати лісового покриву. Моніторинг лісів. Моніторинг вирубки. Моніторинг стану рослинного покриву. Використання розрахованих датасетів.

Практична частина. Розрахунок втрати лісу з візуалізацією у користувацькому інтерфейсі на основі даних Global Forest Change для дослідження негативних змін лісового покриву України. Використання супутникових знімків для відновлення лісового покриву.

5.5. Датасети з розрахованими даними (6 год)

Теоретична частина. Датасет як набір даних. Наявні датасети для аналізу території. Інтерпретація датасетів.

Практична частина. Використання даних електростанцій (Global Power Plant Database) з відкритим кодом на території України.

Розділ 6. Машинне навчання (45 год)

6.1. Вступ до машинного навчання (6 год)

Теоретична частина. Поняття машинного навчання. Поняття комп'ютерного бачення. Різниця між машинним навчанням та комп'ютерним баченням.

Практична частина. Ознайомлення з «LandCover» як глобальною базою даних наземного покриву.

6.2. Типи класифікації даних (з навчанням та без навчання) (15 год)

Теоретична частина. Типи класифікації даних. Класифікація даних з навчанням. Класифікація даних без навчання. Основні правила обрання еталонних ділянок.

Практична частина. Класифікування водойм за допомогою методу машинного навчання «Random Forest» на території Шацьких озер (набір еталонів та виконання класифікації). Класифікація без навчання.

6.3. Класифікація даних з навчанням за методом «Random Forest» (24 год)

Теоретична частина. Методика набору еталонів для навчання. Бібліотека «Random Forest». Наявні методи машинного навчання, представлені в GEE.

15

Практична частина. Моніторинг та класифікація водойм за допомогою методу машинного навчання «Random Forest» на території Шацьких озер (отримання статистичних даних з класифікаційної карти). Використання інструменту «Reduce Region» для обчислення площі полігонів. Робота з атрибутивною інформацією. Дискусія «Використання машинного навчання для роботи з великими даними».

Розділ 7. Користувацький інтерфейс (39 год)

7.1. Способи відображення інформації в користувацькому інтерфейсі (15 год)

Теоретична частина. Поняття користувацького інтерфейсу. Верстка інтернет-сторінки. CSS для верстки інтернет-сторінки. Різниця між користувацькими інтерфейсами на різних платформах. Досвід застосування інструментів під час використання інтерфейсу користувача.

Практична частина. Візуалізація растрових та векторних даних з відображенням легенди на мапі для дослідження впливу промислових об'єктів на стан атмосферного повітря. Використання циклу «fog» (поки не трапиться подія).

7.2. Створення інтерактивних застосунків (24 год)

Теоретична частина. Поняття інтерактивного застосунку. Сфери застосування інтерактивних застосунків. Елементи користувацького інтерфейсу на різноманітних платформах у мережі Інтернет.

Практична частина. Створення інтерактивного застосунку з метою дослідження верхньої межі лісу в Карпатах. Створення користувацького інтерфейсу. Публікація застосунку в мережі Інтернет (з відкритим доступом).

Крутий стил «Інтерактивні застосунки як інструменти популяризації результатів дослідження».

Розділ 8. Основи науково-дослідницької діяльності (90 год)

8.1. Поняття про дослідницьку діяльність (18 год)

Теоретична частина. Поняття про дослідницьку діяльність. Дефініції «дослідницька діяльність», «дослідна діяльність», «по-

шукова діяльність». Основні етапи проведення дослідницької роботи. Обрання актуальної теми наукової роботи. Розроблення концепції дослідження, визначення його мети, об'єкта, предмета і завдань. Новизна дослідження. Методи дослідження. Гіпотеза наукового дослідження.

Вимоги до дослідницьких робіт. Типові недоліки під час написання дослідницьких робіт.

Практична частина. Розроблення індивідуального плану дослідження. Ознайомлення з науково-дослідницькими роботами попередніх років.

8.2. Проведення дослідження (30 год)

Теоретична частина. Використання тематичних та дистанційних даних у дослідницькій діяльності вихованців як візуалізаційного елемента роботи. Ознайомлення із застосуванням методів та інструментів ГІС та ДЗЗ в хмарному середовищі GEE відповідно до теми дослідження. Оброблення даних: статистичне, теоретичне, математичне, картографічне. Систематизація матеріалів дослідження.

Практична частина. Виконання дослідницької роботи за індивідуальними планами гуртківців і завданнями керівника. Аналіз проблеми за обраною темою у науковій літературі й практиці. Визначення мети і завдань роботи. Складання плану наукової роботи. Обрання методів дослідження. Опрацювання й систематизація наукової літератури. Підготовка та проведення дослідження. Опис перебігу етапів дослідження та формулювання висновків.

8.3. Написання й оформлення дослідницької роботи (30 год)

Теоретична частина. Ознайомлення з основними вимогами до оформлення дослідницької роботи. Постер, вимоги до оформлення постера, основні структурні елементи представлення досліджень у вигляді постера.

Особливості написання вступу та висновків роботи. Специфіка оформлення списку використаних джерел. Додатки: їх зміст, особливості оформлення. Вимоги до оформлення тез дослідження. Методи викладення матеріалу. Структурування і представлення ідей дослідження.

Практична частина. Написання та оформлення основної частини дослідницької роботи. Оформлення вступу і висновків. Оформлення посилань на наукову літературу. Формування списку використаних джерел. Укладання додатків до дослідницької роботи.

Ознайомлення із комп'ютерними програмами для створення постерів і візуалізації даних. Структурування інформації на постері. Підготовка постера.

8.4. Представлення і захист дослідницької роботи (12 год)

Теоретична частина. Вимоги до доповіді. Структура доповіді. Поради промовці. Створення мультимедійної презентації. Підготовка до публічного виступу.

Практична частина. Підготовка до захисту дослідницької роботи (проєкту); доповідь та презентація. Представлення результатів дослідження.

Підсумок (3 год)

Теоретична частина. Підбиття підсумків за рік. Обговорення актуальних тем для дослідження інструментами ГІС та ДЗЗ. Рекомендації для продовження науково-дослідницької діяльності в галузі геоінформаційних систем і хмарних технологій.

Практична частина. Обговорення і захист результатів досліджень. Планування подальшої дослідницької діяльності.

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

У вихованців мають бути сформовані компетентності:

- *пізнавальні:* формування індивідуальних знань стосовно довкілля, здатності знаходити нову інформацію за допомогою платформи GEE;
- *практичні:* застосування платформи GEE під час виконання науково-дослідницьких робіт (проєктів), використання платформи GEE для пошуку та аналізу супутникових знімків; комбінування спектральних каналів для виявлення особливостей об'єктів та процесів дослідження; створення графіків на основі тематичних даних; аналіз рельєфу; аналіз сільськогосподарських угідь; використання радарних даних; вивантаження середньостатистичних даних; розрахунки різноманітних індексів для оцінювання стану території; розрахунки та моніторинг втрати лісу; класифікація за допомогою машинного навчання; створення анімаційних супутникових зображень; створення інтерактивних застосунків;
- *творчі:* розвиток критичного, логічного та наукового мислення; набуття досвіду та вмінь здійснювати пошуково-дослідну та дослідницьку діяльність; генерування нових ідей; здійснення комплексного та системного оцінювання процесів зовнішнього середовища, а також визначення причин їх виникнення та можливих наслідків;
- *соціальні:* формування здатності до ефективної комунікації, самооскonalення протягом життя; розвиток екологічної свідомості та відповідальності, наполегливості, доброзичливості, товариськості; виховання активної громадянської позиції та здатності працювати автономно і в команді.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ
(на прикладі групи з 10 вихованців)

Обладнання, прилади, ваочість	Кількість, од.
Комп'ютер	10
Мультимедійний проектор	1
Обладнання для інтернет-з'єднання	
Інтернет (швидкість — не менше ніж 100 Мбіт/с)	

20

СПИСОК ДЖЕРЕЛ,
рекомендованих для педагогів

1. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків в геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. 268 с. URL: <https://api.man.gov.ua/assets/man/a3d9cf07-2b9a-4f94-bc44-334fc5ccb1b3/> (дата звернення: 11.06.2023).
2. Дистанційне зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine : навч. посіб. / С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко та ін.; за ред. С. О. Довгого. Київ: Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 116 с.
3. Cloud-Based Remote Sensing with Google Earth Engine: Fundamentals and Applications / ed. by Jeffrey A. Cardille, Morgan A. Crowley, David Saah, Nicholas E. Clinton. 1st ed. Springer, 2023. 1314 p. URL: <https://www.ecfabook.org/go-to-the-book.html> (дата звернення: 11.06.2023).
4. Earth Engine resources for higher education. URL: <https://developers.google.com/earth-engine/tutorials/edu> (дата звернення: 11.06.2023).
5. Franceschini G. and Ali M. Introductory course to Google Earth Engine. Rome : FAO, 2022. 55 p. URL: <https://doi.org/10.4060/cb9049en> (дата звернення: 11.06.2023).
6. Google Earth Engine Applications / Mutanga O., Kumar L. Remote Sensing, 2019. V. 11 (5). 591 p. URL: <http://www.gisandbeers.com/GeoBazar/Libros/Big%20Data/Google%20Earth%20Engine%20Applications.pdf> (дата звернення: 11.06.2023).

21

СПИСОК ДЖЕРЕЛ,
рекомендованих для вихованців

1. Робочий зошит з основ дистанційного зондування Землі. Частина 3 : Обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine / С. М. Бабійчук, О. В. Гордієнко, О. В. Томченко та ін.; за ред. С. О. Довгого. Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2023. 200 с. URL: <https://api.man.gov.ua/assets/man/46b42d99-bc62-4b0a-84cd-d92cd8f93593/> (дата звернення: 11.06.2023).
2. End-to-End Google Earth Engine : Full Course Material. URL: <https://courses.spatialthoughts.com/end-to-end-gee.html> (дата звернення: 11.06.2023).
3. Google Earth Engine: a Quick Guide for Beginners : Full Course Material. URL: <https://gisgeography.com/google-earth-engine/> (дата звернення: 11.06.2023).
4. Gorelick Noel, Hancher Matt, Dixon Mike, Iyushchenko Simon, Thau David, Moore Rebecca. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sensing of Environment. 2017. V. 202. P. 18–27. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031> (дата звернення: 11.06.2023).
5. Wu Q. Geemap: a Python package for interactive mapping with Google Earth Engine. The Journal of Open Source Software. 2020. V. 5 (51). 2305 p. URL: <https://doi.org/10.21105/joss.02305> (дата звернення: 11.06.2023).
6. Wu Q., Lane C. R., Li X., Zhao K., Zhou Y., Clinton N., DeVries B., Golden H. E., & Lang M. W. Integrating LiDAR data and multi-temporal aerial imagery to map wetland inundation dynamics using Google Earth Engine. Remote Sensing of Environment. 2019. V. 228. P. 1–13. URL: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2019.04.015> (дата звернення: 11.06.2023).

22

Навчальне видання

Бабійчук Світлана Миколаївна
Гордієнко Олександр Вікторович
Томченко Ольга Володимирівна

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
З ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

Дистанційне зондування Землі

Дослідницько-експериментальний напрям

Редагування *О. Б. Степанюк*
Верстання *О. А. Чекановська*
Дизайн обкладинки *Б. Л. Лисовський*

Формат 60x84/16. Папір офс. 80 г/м².
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 1.63.
Наклад 300 прим.

Видавництво: Національний центр «Мала академія наук України»,
Кловський узвіз, буд. 8, м. Київ, 01021

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 6999 від 04.12.2019

Уривки з мотиваційних листів учасників проєкту

«Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ»

«З нового навчального року я планую стати слухачем МАН. З темою дослідження я ще не визначився, але з напрямком так. Хочу працювати над роботою з космічними знімками, досліджувати поверхню нашої планети, тому що мене дуже цікавить наука географія. Без навчання роботи з космічними знімками я не зможу з ними працювати, мені бракує знань та навичок. Тому навчання мені дуже необхідне!»

*Роман, 7 клас
місто Кропивницький*

«Вивчення ДЗЗ доволі актуальна тема. В 21 столітті ми маємо шалені можливості для отримання знань у цьому напрямку. На мою думку, нашим дітям варто було б більше заглибитися у цю тему. Ми могли б вирішити багато актуальних екологічних проблем на нашій землі, більше розвинути сільське господарство і не можна не згадати військову справу»

*Анастасія, 10 клас
місто Рівне*

«Я почала досліджувати цю галузь цього року. Мені дуже сподобалося, що не виходячи з дому можна робити дослідження і дізнаватися багато нового.»

*Роксолана, 9 клас
с. Почаєвичі Львівщина*

«Я просто закохалася в цю науку»

*Олександра, 8 клас
с. Лошкарівка Дніпропетровщина*

«Оскільки, в цьому році я вперше брала участь у захисті наукових робіт МАН саме в даній секції, я прагну розширити свої можливості та оволодіти новими знаннями, щоб в наступному році показати відмінний результат. мої вміння на сьогоднішній день не є досконалими та багато інформації по роботі з геоінформаційними системами для мене є новими та такими, що потребують навчання.»

*Анастасія, 8 клас
місто Кропивницький*

«Я б хотіла дізнатися як досліджувати метеоумови, слідкувати за ростом сільгосп рослин. У сучасних умовах я б хотіла допомагати нашій армії здійснювати розвідку. В природоохоронній діяльності слідкувати за вирубкою лісу.»

*Соломія, 8 клас
місто Нетішин Хмельниччина*

«Мені б дуже хотілося вивчати дистанційне зондування Землі. Дуже цікаво дізнатися про апаратуру, яка використовується у зйомках нашої планети і взагалі просто подивитися на Землю з боку, з якого я ніколи ще її не бачила.»

*Софія, 9 клас
місто Полтава*

«Мені цікаво було б аналізувати та робити інші дії з супутниковими зображеннями Землі. Є інтерес до пізнання, як і що змінювалось на нашій планеті. Ця тематика потребує математичних розрахунків, а мені таке подобається. Цікаво було б розбиратися в темі ДЗЗ. Це наукова тематика, і я це люблю.»

*Ілля, 11 клас
місто Харків*

«В мене викликало зацікавленість у вивченні дистанційного зондування Землі. По-перше, я мріяла побачити спостереження поверхні Землі авіаційними і космічними засобами, спорядженими різноманітними видами знімальної апаратури. По-друге, там багато наукових досліджень у різних галузях геології. А саме, геологічне знімання та пошук корисних копалин, неотектонічні дослідження, геоекологія тощо. Отже, ось чому я зацікавлена у вивченні дистанційного зондування Землі.»

*Марія, 10 клас
місто Лубни Полтавщина*

«Цього літа я зацікавився складанням карт та орієнтуванням на місцевості. Також було б цікаво дізнатися більше про екологічні проблеми мосії області.»

*Іван, 8 клас
місто Заліщики Тернопільщина*

«В умовах війни, коли обмежений доступ до правдивої інформації, саме безпосереднє споглядання дає можливість бачити реальність власними очима. На уроці географії вчителька познайомила мене і моїх однокласників із ресурсом Ventusky. Це було цікаво і захопливо. Також Валентина Григорівна повідомила, що є цікаві ресурси ДЗЗ, де можна безпосередньо дітям досліджувати нашу планету. Я загорілася бажанням опанувати ресурси ДЗЗ. Зараз випадає можливість реалізації моєї мрії!»

*Діана, 8 клас
місто Нетішин Хмельниччина*

«Я живу в сільській місцевості і моя сім'я, родичі, друзі займаються вирощуванням сільськогосподарських культур, тому мені дуже цікаво дізнатися як дані дистанційне зондування Землі можна використовувати для прогнозу врожайності сільськогосподарських культур. Наразі працюю над темою пов'язаною з вирощуванням екологічної сільськогосподарської продукції.»

*Аріана, 9 клас
с. Озерне Одещина*

«Сьогодні в космосі працюють десятки апаратів різних типів, що виконують збір даних різними дистанційними методами. Перш за все, дана спеціальність є актуальною, фахівці з інформаційних систем та технологій затребувані та високооплачувані на ринку праці. По-друге, з інформації на сайті, я впевнилась, що тут створені комфортні умови для навчання, можна отримати якісну сучасну освіту. Окрім цього, я активно вивчаю англійську мову, оскільки розумію, що ця мова надзвичайно важлива та необхідна для тих, хто має намір у майбутньому працювати з допомогою сучасних технологій. Особливо важливо, що такі спеціалісти можуть працюватидистанційно, тобто не прив'язані до одного місця проживання.»

*Тетяна, 9 клас,
с. Стебне Черкащина*

Додаток И

Уривки з мотиваційних листів учасників проєкту «Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ»

«I am interested in a career in urban planning that incorporates urban agriculture, and I'd like to familiarize myself with the tools used to observe geography such as

GIS and, of course, remote sensing.» (Я зацікавлений у кар'єрі в галузі міського планування, що включає в себе міське сільське господарство, і я хотів би ознайомитися з інструментами, які використовуються для спостереження за географією, такими як ГІС і, звичайно, дистанційне зондування.)

*Роналд (Ronald), 10 клас
США*

«Because I'm interested from childhood in nature of earth...and I have no any idea on coming age make my passion so I have interested in earth remote sensing.» (Оскільки я з дитинства цікавився природою Землі... і не мав жодного уявлення, як з віком реалізувати свою пристрасть, я зацікавився дистанційним зондуванням Землі)

*Шантану (Shantanu), 12 клас
Індія*

«I love learning new things and i think it will be a remarkable learning experience!»

*Давид (David), 11 клас
Угорщина*

«Although a very actual topic, most people don't have enough information about it. Thus, it will be a very useful for me to have at least the basic knowledge of it for my general knowledge.» (Хоча це дуже актуальна тема, більшість людей не мають достатньо інформації про неї. Тому для мене буде дуже корисно мати хоча б базові знання про неї для загальної обізнаності.)

*Віктор (Victor), 9 клас
Ромунія*

«because like how I can obtain any information I want about a phenomime or anything without being in physical contact and its amazing to know just how much human kind had evolved, and I try to keep up with this development» (тому що я можу отримати будь-яку інформацію про феномен чи будь-що без

фізичного контакту, і це дивовижно - знати, наскільки сильно еволюціонував людський рід, і я намагаюся йти в ногу з цим розвитком.)

Ребека (Rebecca), 10 клас

Ліван

«Because there are a lot of advantages from remote sensing, some of them are allowing us to see much more than we can see when standing on the ground, and it can show you a clear images like Google map, so I want to know how it works and that makes me interested in remote sensing» (Оскільки дистанційне зондування має багато переваг, деякі з них дозволяють нам бачити набагато більше, ніж ми можемо побачити, стоячи на землі, і воно може показувати вам чіткі зображення, як карта Google, тому я хочу знати, як воно працює, і це робить мене зацікавленим у дистанційному зондуванні.)

Наджва Аулія (Najwa Aulia), 11 клас

Індонезія

«I think it is something very intersting to see things from other perspectives and better to be able to undertand what one sees becaus I see satellites images and I do not understand what it is all abaut and I what to learn» (Я думаю, що це дуже цікаво - бачити речі з інших точок зору і краще розуміти те, що бачиш, тому що я бачу супутникові знімки і не розумію, що це все означає, і чого мені треба вчитися)

Рафаель Алехандро (Rafael Alejandro), 9 клас

Гватемала

«Because I would like to know more about how can we use it to learn about disasters and how to prevent them, for example wildfires.» (Тому що я хотів би дізнатися більше про те, як ми можемо використовувати його, щоб дізнатися про стихійні лиха і як їх запобігти, наприклад, лісові пожежі.)

Якуб (Jakub), 9 клас

«Remote sensing has caught my attention because I have discovered that it can be applied to different courses of study. I thought it was only interrelated with Physics but after reading more about the topic, I realized it can also be associated with Biology-related applications such as management of natural resources. It is fascinating to know that scientists can acquire data through sensors that detect energy reflected from Earth. Various techniques have also been developed through utilizing the electromagnetic spectrum.» (ДЗЗ привернуло мою увагу, тому що я виявив, що його можна застосовувати в різних навчальних курсах. Я думав, що воно пов'язане лише з фізикою, але, прочитавши більше про цю тему, зрозумів, що воно також може бути пов'язане з біологією, наприклад, з управлінням природними ресурсами. Цікаво знати, що вчені можуть отримувати дані за допомогою датчиків, які виявляють енергію, відбиту від Землі. Також були розроблені різні методи використання електромагнітного спектру.)

Луїза Еліанна (Louise Elyanna), 11 клас

Філіпіни

Додаток I

Уривки з мотиваційних листів учасників спецкурсу

«Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (2021-2023 років)

«...Для якісної підготовки фахівців-агронів мені, як викладачу дисципліни Система точного землеробства потрібно постійно вдосконалюватись. Планую отримати додаткові знання щодо можливостей ДЗЗ – використання та опрацювання аерофотознімків....»

«Також я є керівником гуртка «Географія, гідрологія та геологія» ..., де здійснюю підготовку юних обдарувань до I та II етапів захисту наукових робіт учнями-

учасниками Малої академії наук. Зрозуміло, що при написанні школярами 8-11 класів наукових робіт майже завжди використовуються ГІС-дані для впровадження результатів розробок. Діти мають можливість ознайомитися з основами ГІС та вчать запроваджувати результати навчання у свої доробки. Гурток, як правило, нараховує до 20 учнів, майже усі з них готують наукові роботи та двоє-трос стають призерами міських та обласних етапів МАН»

«Важливо те, що найімовірніше надані Вами матеріали знайдуть належне використання, адже є сучасними та базуються на передовому світовому досвіді. Використання такого досвіду для молодого покоління українців є надзвичайно важливим і дозволить швидше, на ментальному саме рівні, інтегрувати нашу державу до світового співтовариства.»

«За свої 49 років життя я встигла вже багато чого досягти: маю щасливу родину, дві вищі освіти, за плечима 27 років досвіду педагогічної діяльності. За цей час усвідомила, що цією професією живу. Постійно працюю над собою, чого вчу і своїх учнів. Проте відчуваю у собі сили, бажання та ресурс для більших звершень... Спецкурси, організовані МАН відзначаються науковістю, практичністю. Дійсно вчать та мотивують. Вважаю, що вони є найбільш конкурентоздатними у сьогоднішньому різноманітті дистанційних курсів... »

«...Сучасний світ не стоїть на місці. Так і вивчення нашої планети за допомогою ДЗЗ та ГІС дає широкі можливості для опанування нових знань, практичних навичок, зокрема в галузі географії...»

«...цього року я з нетерпінням чекала початку курсу. Зараз завершаю курс із ArcGis online. Сподіваюсь можливості цих двох курсів дозволять зробити уроки з географії цікавішими і яскравішими. Та розширять коло тем і методологічну базу для написання учнівських науково-дослідницьких робіт МАН (на сьогодні ми використовуємо базові можливості Google Earth та Google Maps)...»

«...З шкільної пори цікавлюся новітніми технологія, і намагаюся передати отримані знання учням. Сучасні реалії потребують від учнів та вчителів знань та вмінь працювати із сучасними цифровими технологіями. Дуже хочу опанувати сучасні ГІС

технології, так як бачу в них величезний потенціал для роботи та розвитку сучасних учнів...»

«...Я фахівець з геодезії, фотограмметрії, ГІС та ДЗЗ. Викладаю курси в основному для майбутніх бакалаврів та магістрів зі спеціальності «Геодезія та землеустрій». І ось що цікаво – викладати для наших студентів легко і невимушено. Нещодавно, я почав вести гурток «ГІС і ДЗЗ» для школярів і в мене виникла проблема. А як пояснити дітям доволі «прості» і водночас складні речі. Хочу навчитись вчити, мотивувати, зацікавлювати – і не дорослих (студенти вже дорослі). А саме підлітків, з відповідними знаннями та прагненнями ...»

«...Моє бажання стати учасником спецкурсів з ДЗЗ пов'язано з удосконаленням навичок роботи з супутниковими знімками та опануванням методик з обробки знімків, що допоможе в кращій організації науково-дослідницькій діяльності учнів, керування секцією ГІС та ДЗЗ»

«Завдяки отриманим знанням в спецкурсі, вдалося ввести заняття з ДЗЗ в розклад, як варіативна складова, навчального закладу за основним місцем роботи та проводити уроки на рівні з іншими предметами географії, біології, які я викладаю...»

«...Я...зацікавлений у можливості взяти участь в Вашому курсі із основ ДЗЗ. Я вважаю, що це чудова нагода для мене поглибити свої знання та навички, а також отримати оновлення професійних знань, які можуть допомогти мені у покращенні якості моїх робіт, а також у безпосередній роботі із дітьми, для яких ми проводимо курси та заняття в межах МАН.

Я зацікавлений у покращенні знань з ДЗЗ, оскільки маю малий досвід роботи із такими матеріалами. Впевнений, що участь у Вашому курсі дозволить мені поліпшити свої методичні, наукові знання та здібності. Крім того, я зацікавлений в обміні досвідом та роботі з іншими викладачами, які беруть участь у цьому курсі....»

«...Цікавлюся можливостями застосування ГІС та методів ДЗЗ у галузі метеорології та кліматології. Хочу опанувати нові прогресивні інструменти для реалізації своїх професійних потреб та можливостей»

«...На даний час є проблема, яка полягає у збільшенні «розриву» між практичними задачами (підготовка та виконання польотів з використанням наявного бротового

(наземного) обладнання), які базуються на класичних підходах, та розвитком сучасних інформаційних систем, можливості яких використовуються в мінімальному обсязі...»

«Щодня, йдучи до школи, я задумуюсь над тим, що нове і цікаве сьогодні розповідатиму дітям, щоб їхні очі світилися іскринками цікавості і випромінювали радість пізнання... Мені пощастило: сьогодні надійшов лист від адміністрації... Я вирішила використати цей шанс ще й тому, що багато років готую дітей до конкурсу-захисту МАН. Маємо з дітьми перемоги республіканського рівня. А галузь ДЗЗ для мене навіть особисто нова і цікава.

Поки що туманно бачу себе у виконанні практичних робіт, проте ясність освітлює одне: якщо вже щось зацікавить, то не зупинюся, доки не дам вичерпної відповіді на питання, що виникають в процесі пізнання зацікавленого...»

«...Я, ..., вчитель географії і економіки з 30 – річним стажем роботи. Шалено люблю свою роботу, вчуся все життя. Мої учні – переможці олімпіад з географії – четвертого етапу- протягом 7 років, у МАН- переможці третього етапу- I і II місця- 2016 і 2015 роки.

Дуже хочу, щоб моя географія заграла перед учнями новими барвами. Думаю, в цьому допоможе Ваш курс. Багато разів бачила реєстрацію, але вагалася- чи зможу. Вирішила ризикнути і реєструюсь. Дякую за надану можливість...»

«...Хоча для нас є обов'язковим регулярно підвищення кваліфікації за спеціальністю, але часто цей процес відбувається формально. В Ваших курсах бачу нагоду підвищити свій рівень знань з ГІС-технологій і активніше використовувати його як в навчальному процесі, так і при виконанні наукових досліджень. Окрім цього, працюючи керівником гуртка відділення МАН, зможу використовувати ці знання і на заняттях з школярами, і під час керівництва науковими роботами учнів...»

«...Із офіційної сторінки у фейсбуці дізналася про реєстрацію на спецкурсу для педагогічних працівників - "Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування». Також отримала позитивні відгуки про курси від колеги Під час навчання в аспірантурі, при підготовці кандидатської дисертації, часто і багато разів зверталася до програми Google Планета Земля (використовувала космознімки і при підготовці до експедицій, і для аналізу тощо). Але ми використовували напевно лиш частину тих можливостей, які зараз дозволяють різні програми».

«Давно хотіла пройти подібні курси, для власного розвитку, покращення науково-дослідної діяльності, навчальної роботи та науково-дослідної роботи зі студентами. Від осені опановую ваш курс ArcGis Online. Із задоволенням слухаю лекції, виконую практичні завдання. Думаю як можна мені набуті знання застосовувати у власних наукових дослідженнях чи навчальній діяльності. Дякую вам за надану мені можливість ознайомитися із такою програмою.

Сподіваюся, що встигатиму опанувати спецкурс для педагогічних працівників - "Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»...»

«...Проводжу наукове дослідження про перспективи застосування ГІС та ДЗЗ в освітньому процесі, зокрема у школах. Працюю над власним дисертаційним дослідженням, потребую інформації про сучасне ДЗЗ ...»

«...Мені, як учителю природничих дисциплін та керівнику екологічних гуртків надзвичайно важливо бути в курсі всіх "новинок", щоб мати змогу навчити цьому своїх вихованців, бути з ними на "одній хвилі".Адже одне з першочергових завдань учителя - це бути цікавим для своїх учнів.... Вчитися та пізнавати нове разом із ними...»

Наказ на проведення сецкурсів для освітян за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»
(НЦ «МАНУ»)**

Н А К А З

Київ

№ _____

Про внесення змін до наказу НЦ
«МАНУ» від 22.02.2022 № 55 про
організацію та проведення спецкурсу для
педагогічних працівників «Основи
дистанційного зондування Землі:
історія та практичне застосування»

На виконання пункту 20 Плану всеукраїнських і міжнародних організаційно-масових заходів з дітьми та учнівською молоддю на 2022 рік (за основними напрямками позашкільної освіти), затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 15 грудня 2021 р. № 1379 «Про затвердження Плану всеукраїнських і міжнародних організаційно-масових заходів з дітьми та учнівською молоддю на 2022 рік (за основними напрямками позашкільної освіти) та Плану семінарів-практикумів для педагогічних працівників закладів позашкільної освіти на 2022 рік» та пункту 1.12 Плану роботи Національного центру «Мала академія наук України» на 2022 рік згідно наказу №397 від 21 грудня 2021 р.

Н А К А З У Ю:

1. Затвердити план організації та проведення спецкурсу для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» згідно з додатком 1.
2. Затвердити графік проведення спецкурсу для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» згідно з додатком 2.
3. Організувати та провести з 16 по 28 травня 2022 р. спецкурс для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та

практичне застосування» з використанням дистанційних технологій в режимі онлайн (далі – захід).

4. Призначити відповідальними за: проведення заходу завідувача лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Світлану БАБІЙЧУК; інформаційно-видавниче забезпечення заходу заступника директора з інформаційно-видавничої роботи Оксану ПОНОМАРЕНКО.

5. Головному бухгалтеру Оксані ПЛЕСКАЧ здійснити витрати на організацію та проведення заходу відповідно до кошторису.

6. Визнати таким, що втратив чинність, наказ НЦ МАНУ від 22.02.2022 № 55 про організацію та проведення спецкурсу для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування».

7. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника директора з навчально-методичної роботи Тетяну ПЕЩЕРІНУ.

Заступник директора з фінансово-
економічних питань

Алла НЕСТЕРЧУК

Гід спецкурсів за темою «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»



Міністерство освіти і науки України
Національний центр «Мала академія наук України»



Гід

слухача/ слухачки спецкурсу

«Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

18 березня – 31 березня 2024 року

Київ
2024



ЗМІСТ

1. Передмова
2. Загальна інформація
3. Наші лектори
4. Розклад
5. Навчальний план
6. Система оцінювання
7. Вимоги до підсумкового проєкту
8. Оформлення презентації
9. Сертифікат
10. Корисні ресурси

Передмова

Спецкурс «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» (далі – курс) покликаний сформувати у педагогічних працівників компетентності в галузі природничих наук, а саме з аналізу космічних знімків в освітніх та наукових цілях. До програми курсу ввійшли ідеї, апробовані на семінарах з осново ДЗЗ для педагогів у 2018–2021 роках.

Курс розроблений для працівників закладів загальної середньої освіти й позашкільця (зокрема, керівників гуртків природничого профілю та вчителів природничих дисциплін). Водночас ми втішені увагою викладачів університетів, коледжів, професійних ліцеїв та науковців інститутів Національної академії наук України. Ми вибудовуємо комунікаційну стратегію так, аби всі отримали відповіді на свої запитання й дієві інструменти для успішної роботи, ресурси для подальшого планування теми й впровадження практик ГІС та ДЗЗ у свою роботу.

Авторський колектив лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі (ГІС та ДЗЗ) Національного центру «Мала академія наук України» (НЦ «МАНУ») працює в напрямі створення, адаптації та апробації методик застосування ГІС і ДЗЗ в освітньому процесі крізь призму наукової освіти. Одним з елементів зазначених методик є цей спецкурс.

У результаті проходження спецкурсу ви дізнаєтесь, як застосувати матеріали дистанційного зондування Землі й відкритих ресурсів EO Browser, Google Планета Земля, Google Maps, Google my Maps, ArcGis Online і та інших у кліматичних, гідрологічних, лісових, сільськогосподарських дослідженнях тощо. Зокрема, дізнаєтесь про особливості дешифрування космічних знімків у таких тематичних ситуаціях: виявлення наслідків пожежі, вулканічної активності, моніторинг стану водних об'єктів та забруднення атмосферного повітря, зміни сільськогосподарських угідь і втрати лісових ресурсів, дослідження антропогенного впливу на ландшафти під час видобування бурштину та ще багато цікавого.

З повагою
авторський колектив лабораторії
«ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»

ЗАГАЛЬНА ІНФОРМАЦІЯ

Онлайн-лекції спецкурсу «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування» відбуватимуться з 16 по 28 травня 2022 року з 15.00 до 18.00. Після кожного заняття передбачена самостійна робота, по завершенні навчання – підсумкова конференція.

Якщо з певних причин ви пропустили заняття – напишіть нам на пошту gis_rs@man.gov.ua, і ми надішлемо запис.

Дедлайн для виконання підсумкових практичних завдань – 28 травня 2022 року. Робоча мова курсу – українська.

Підсумкова конференція, яка відбудеться 28 травня 2022 року, передбачає захисти підсумкових проєктів кожним учасником.

Для участі в роботі курсу необхідне стабільне інтернет-з'єднання. Платформи для роботи: «Zoom», «Viber».

Обов'язковою умовою для отримання сертифіката є виконання всіх практичних робіт (17) та захист підсумкового проєкту. Надсилати результати потрібно у відповідні гугл-форми відповідей на домашні завдання до кожної практичної або на пошту лабораторії: gis_rs@man.gov.ua.

За умови успішного завершення спецкурсу (обсягом 40 годин) учасник отримає сертифікат підвищення кваліфікації.

5

Наші лектори:



Бабічук Світлана

завідувачка лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі НЦ «МАНУ», канд. пед. наук



Томченко Ольга

керівниця спецкурсу, методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», наукова співробітниця Центру аерокосмічних досліджень Землі ІГН НАН України, канд. техн. наук



Коблюк Наталія

методистка II категорії лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», дослідниця на кафедрі прикладної геоінформатики та ДЗЗ Карлового університету в Празі



Юрків Лілія

спеціалістка ГІС у міжнародній неурядовій громадській організації «IMPACT Initiatives»

Наші лектори:



Гордієнко Олександр

методист лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», аспірант інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України, спеціаліст з геоінформаційних систем «Senseitze»



Голод Владислав

методист лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ», керівник секції «ГІС та ДЗЗ» КПІЗ «Київська Мала академія наук учнівської молоді»



Курач Тамара

доцентка кафедри геодезії та картографії Київського національного університету імені Тараса Шевченка, канд. геогр. наук



Шевякіна Наталія

старша наукова співробітниця Інституту телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН України, канд. техн. наук




Пікуль Степан

методист лабораторії «ГІС та ДЗЗ» НЦ «МАНУ»

Розклад

освітнього спецкурсу
«Основи дистанційного
зондування Землі: історія
та практичне застосування»

з 16 по 28 травня 2022 року



16 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 1. Вступ до спецкурсу. Основи дистанційного зондування Землі (історичний огляд та основні поняття).
16 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 1. Знайомство зі штучними супутниками Землі. Знайомство з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва).
17 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 2. Знайомство з EO Browser.
17 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 2. Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області).
18 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 3. Дослідження стану лісових ресурсів інструментами ДЗЗ.
		Практична робота 3. Дослідження стану лісового покриву за даними ДЗЗ (на прикладі території Древянського заповідника Житомирської області).
		Лекція 4. Дослідження стану водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської області).
		Практична робота 4. Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської області).
		Лекція 5. Дистанційний агромоніторинг.
		Практична робота 5. Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі).

9



19 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 6. Дослідження ландшафтних змін інструментами ДЗЗ.
19 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 6. Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині.
19 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 7. Використання ДЗЗ для дослідження міста.
20 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 7. Дослідження зміни урбанізаційного ландшафту на прикладі розбудови (зростання) м. Києва.
20 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 8. Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro.
21 травня 2022 з 15.00 до 16.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 8. Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro.
		Лекція 9. Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro.
		Практична робота 9. Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря).
		Лекція 10. Дослідження стану ситтєзв'язиц інструментами ДЗЗ.
		Практична робота 10. Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (виявлення ситтєзв'язиц Києво-Святошинського району Київської області).
		Лекція 11. Дослідження екзогенних процесів інструментами ДЗЗ.
		Практична робота 11. Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара Новомосковського р-ну Дніпропетровської області.

10



21 травня 2022 з 16.30 до 17.30	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 12. Атмосферний моніторинг інструментами ДЗЗ.
23 травня 2022 з 17.00 до 18.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 12. Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P).
24 травня 2022 з 17.00 до 18.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 13. Дослідження вулканічної активності інструментами ДЗЗ.
25 травня 2022 з 17.00 до 18.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 13. Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях).
26 травня 2022 з 17.00 до 18.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 14. Робота з інтернет-сервісом ArcGIS Online.
27 травня 2022 з 17.00 до 18.00	Лекція відбудеться в Zoom за покликанням .	Практична робота 14. Створення веб-ГІС проєкту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online).
28 травня 2022 з 14.00 до 19.00	Конференція відбудеться в Zoom за покликанням .	Лекція 15. Створення проєкції у сервісі Google My Maps.
		Практична робота 15. Створення карти в сервісі Google My Maps.
		Лекція 16. Відкриті ресурси з тематичними даними ДЗЗ.
		Практична робота 16. Знайомство з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва).
		Лекція 17. Зміни клімату: як Земля змінює обличчя - аерокосмічні докази.
		Практична робота 17. Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті NASA.
		Підсумкова конференція.


11

Навчальний план

Загальна тривалість навчальної програми - 40 годин.

З них:

- Інтерактивні лекції - 5 годин;
- практичні роботи - 12 годин;
- самостійна робота - 17 годин;
- підсумкова конференція - 5 годин;
- підсумкові тести - 1 година.


	
Лекція 1	<p>Вступ до спецкурсу. Основи дистанційного зондування Землі (історичний огляд та основні поняття). Основні напрямки роботи та досягнення лабораторії «ПС та ДЗЗ» – Академія Соретісіус МАНУ. Науково-методична література з ДЗЗ, розроблена МАН. Фізичні основи дистанційного зондування Землі. Поняття «електромагнітний спектр». Загальна схема ДЗЗ. Пасивне й активне ДЗЗ. Міжнародні організації у сфері дистанційного зондування Землі. Європейське космічне агентство. Національне управління з аеронавтики і дослідження космічного простору (НАСА). Європейська програма спостережень за Землею Copernicus. Системи дистанційного зондування Землі (Landsat, Sentinel, Terra (Modis, Aster) та ін.). Основні характеристики супутникових знімків. Космічне сміття.</p> <p>Практична робота 1. Знайомство зі штучними супутниками Землі. Знайомство з EO Browser (на прикладі завантаження космічного знімка території м. Києва).</p>
Лекція 2	<p>Знайомство з EO Browser. Вебресурс для візуалізації та аналізу даних ДЗЗ. EO Browser – платформа доступних онлайн-знімків середньої і низької просторової розрізненості від Європейського космічного агентства. Знайомство з інтерфейсом та інструментами EO Browser. Основні можливості й огляд інтерфейсу ресурсу EO Browser. Суть та ознаки дешифрування. Приклади дешифрування деяких елементів. Супутникові знімки як інструмент для відстеження змін у просторі, аналізу зміни площ різних типів наземного покриття. Метод комбінування каналів.</p> <p>Практична робота 2. Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області).</p>
Лекція 3	<p>Дослідження стану лісових ресурсів інструментами ДЗЗ. ДЗЗ як засіб моніторингу надзвичайних ситуацій. Спектральні особливості різних типів земної поверхні. Супутниковий моніторинг завоєвань лісу та вирубок. Ресурси для моніторингу стану лісового покриття.</p> <p>Практична робота 3. Дослідження стану лісового покриття за даними ДЗЗ (на прикладі території Довгалівського заповідника Житомирської області).</p>

13

	
Лекція 4	<p>Дослідження стану водної інструментами ДЗЗ. Космічна гідрологія. Приклади змін водності. Індексні зображення стану водної і водної рослинності. Режим річок. Поняття «повінь», «паводок». Дослідження явища водопілля на супутникових знімках.</p> <p>Практична робота 4. Дослідження водних об'єктів (на прикладі річки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської області).</p>
Лекція 5	<p>Дистанційний агромоніторинг. Аналіз вигляду сільськогосподарських угідь на супутникових знімках. Супутниковий моніторинг у сільському господарстві. Основні поняття карти наземного покриття та землекористування.</p> <p>Практична робота 5. Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі).</p>
Лекція 6	<p>Дослідження ландшафтних змін інструментами ДЗЗ. Види антропогенних ландшафтів на супутникових знімках. Спектральні особливості різних типів ґрунських порід та поверхні Землі.</p> <p>Практична робота 6. Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині.</p>
Лекція 7	<p>Використання ДЗЗ для дослідження міста. Використання ДЗЗ для дослідження міста. Світлове забруднення. Аналіз розподілу зелених насаджень у мегаполісах.</p> <p>Практична робота 7. Дослідження зміни урбанізаційних на прикладі розбудови (зростання) м. Києва.</p>
Лекція 8	<p>Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro. Доступні версії програм Google Планета Земля для телефону, планшета і комп'ютера. Знайомство з інтерфейсом, робота інструментами навігації у програмі «Віртуальний глобус».</p> <p>Практична робота 8. Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro.</p>

	
Лекція 9	<p>Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro. Розширені можливості програми Google Планета Земля для комп'ютера. Доступні тематичні шари і варіанти дослідження Землі. Місяця та зоряної системи в додатку Google Планета Земля. Основи тематичного картографування в програмі Google Планета Земля.</p> <p>Практична робота 9. Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря).</p>
Лекція 10	<p>Дослідження стану сміттєзвалищ інструментами ДЗЗ. Основи дешифрування сміттєзвалищ на супутникових знімках. Типи сміттєзвалищ та їх вплив на довкілля. Вигляд полігонів твердих побутових і промислових відходів на супутникових знімках. Офіційно зареєстровані і стихійні сміттєзвалища.</p> <p>Практична робота 10. Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (виявлення сміттєзвалищ Києво-Святошинського району Київської області).</p>
Лекція 11	<p>Дослідження екогенних процесів інструментами ДЗЗ. Екогенні геологічні процеси на супутникових знімках. Основи дешифрування площинної та лінійної ерозії.</p> <p>Практична робота 11. Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара Новомосковського р-ну Дніпропетровської області.</p>
Лекція 12	<p>Атмосферний моніторинг інструментами ДЗЗ. Ресурси для моніторингу якості повітря. Атмосферний моніторинг за допомогою даних із супутника Sentinel-5P.</p> <p>Практична робота 12. Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P).</p>
Лекція 13	<p>Дослідження вулканічної активності інструментами ДЗЗ. Вулканічна активність на супутникових знімках. Ресурси для моніторингу вулканічної активності.</p> <p>Практична робота 13. Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях).</p>

15

	
Лекція 14	<p>Робота з Інтернет-сервісом ArcGIS Online. Джерела картографічних матеріалів на території України. Відкриті джерела векторних даних. Платформа ArcGIS Online.</p> <p>Практична робота 14. Створення веб-ПС проекту (на основі Інтернет-сервісу ArcGIS Online).</p>
Лекція 15	<p>Створення проєктів у сервісі Google My Maps. Платформа Google My Maps.</p> <p>Практична робота 15. Створення карти в сервісі Google My Maps.</p>
Лекція 16	<p>Відкриті ресурси з тематичними даними ДЗЗ. Відкриті ресурси з тематичними даними ДЗЗ. Land cover – супутникові дані про наземний покрив.</p> <p>Практична робота 16. Знайомство з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва).</p>
Лекція 17	<p>Зміни клімату: як Земля змінює обличчя – аерокосмічні докази. Що таке зміна клімату? Парниковий ефект. Наслідки зміни клімату в Україні і світі. Глобальна середня температура. Танення льодовиків. Протидія зміні клімату.</p> <p>Практична робота 17. Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті НАСА.</p>
Лекція 18	<p>Підсумкова конференція Захист підсумкового проєкту у формі презентації та представлення кожним учасником на підсумковій конференції.</p>

Система оцінювання

Ваша успішність на курсі визначається виконанням практичних робіт та захистом власного наукового проекту.

Для проходження курсу й отримання сертифіката потрібно надіслати на пошту лабораторії (gis_rs@man.gov.ua) або у відповідні гугл-форми заповнення домашнього завдання результати 17 практичних робіт. Якщо ви ідеально впоралися з усіма завданнями відповідно до вимог, ваша успішність на курсі становитиме 100%.

17

Вимоги до підсумкового проекту

Підсумковий проект виконується під час навчання, в період з 16 по 28 травня 2022 року.

Він має бути підготовлений і представлений у формі презентації (.ppt) (розраховуйте виступ тривалістю не довше 10 хв) кожним учасником на підсумковій конференції.

Розпочати роботу над підсумковим проектом можна після першої ж лекції, оскільки це дає змогу закріплювати матеріал і відразу застосовувати його на практиці.

Основні вимоги до проекту: наочність застосування матеріалів ДЗЗ та ГІС-технологій в обраній самостійно темі, лаконічність виступу (до 10 хв).

Дедлайн: 28 травня 2022 року.

18

Сертифікат

Сертифікат про участь у спецкурсі отримують слухачі й слухачки, які успішно виконають усі практичні завдання. Той, хто не візьме участі у підсумковій конференції, не зможе отримати сертифікат.

Перевірка виконання практичних домашніх завдань триватиме до 28 травня 2022 року. Список осіб, які успішно завершили навчання, буде оприлюднено на сайті НЦ «МАНУ» (<http://man.gov.ua/>) 15 червня.

Сертифікати будуть розіслані на електронні пошти не раніше ніж за 10 робочих днів після завершення спецкурсу, тобто не раніше 10 червня 2022 року.

Після успішного проходження спецкурсу учасникам буде надіслано навчально-методичні матеріали курсу (відповідний посібник та робочий зошит).

20

Корисні ресурси

[Навч.-метод. посіб. Частина 1. Основи дистанційного зондування Землі: Історія та практичне застосування](#)

[Робочий зошит. Частина 1. Основи дистанційного зондування Землі](#)

[Навчальна програма з позашкільної освіти. Основи дистанційного зондування Землі. Історія та практичне застосування](#)

[Навчальна програма з позашкільної освіти. Аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах](#)

[Джерела відкритих даних](#)

Просто натискайте на цікаве для вас покликання і переходьте на потрібний сайт. Якщо у вас виникнуть труднощі зі збереженням pdf-файлів, скористайтеся саме веббраузером Microsoft Internet Explorer.

Додаток Й

Відповіді учасників спецкурсів за програмою «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків в ГІС» на питання «В яких темах з шкільної програми доцільно застосовувати геоінформаційні технології аналізу супутникових даних»

2021 рік

- «Дослідження водних об'єктів, геологічної будови, лісів, структури земельного покриву, охорони природи»
- «геологічна будова, структура наземного покриву, ландшафти, антропогенні ландшафти, діяльність людини тощо»
- «Гідросфера, Біосфера, Атмосфера, Ландшафтознавство, ґрунти іт.д»
- «Екологія та природне ресурсозбереження»
- «Більшості тем»
- «Шкільна програма з географії має широкі можливості для використання геоінформаційних технологій аналізу супутникових знімків. Але, скорочення годин для викладання географії суттєво ускладнює застосування ГІС. Якщо аналізувати конкретні теми, то це у першу чергу тема "Глобальні проблеми людства", "Атмосфера та клімат", "Гідросфера"»
- «Географія, охорона природи»
- «В шкільній програмі необхідно вводити окремий предмет Геоінформаційні системи та ДЗЗ»
- «Географія, біологія, екологія»
- «6 клас Сучасні географічні дослідження»
- «Атмосфера, склад, Гідросфера зміна русла річок, вулканізм, наслідки землетрусів, тощо»
- «8 клас та ледь не на кожній темі можна застосовувати ГІС Рослинний світ Річки, Клімат, ґрунти»
- «9 клас сільське господарство України світу»
- «Взагалі після такого курсу то ледь не на кожний урок в будь якому класі можна застосовувати ГІС та ДЗЗ»
- «Екологія та навколишнє середовище»
- «6 клас - рослинні угруповання; 11 клас - основи екології»
- «Весь курс географії, історія при роботі з картами»
- «Географія, інформатика, моделювання, STEM освіта, природничі науки, можливо, астрономія»

- «Фізична географія, гідрологія тощо»
- «Будь-які, як у фізичній географії так Ів соціально-економічній та у екології»
- «Клімат, гідрологія , геологія , ландшафтознавство»
- «Світовий океан, моря, лісові ресурси, поверхневі водойми, атомосфера тощо.»
- «географія, біологія»
- «напевно географія»
- «1. Біологія і екологія: "Зміни у природі, повязані з діяльністю людини", "Життя та її різноманіття на Землі", ""Екологія міст", Надзвичайні ситуації природного та техногенного характеру". 2. Географія: "Географічна карта", "Природа, клімат, населення і господарство України", "Географія світових природних ресурсів". 3. Інформатика: "Отримання і обробка інформації, отриманої зі штучних супутників Землі"»
- «географія»
- «Можна внести в розділ Інформаційні технології в навчанні»
- «Клімат України, Рельєф України, Фізико-географічне районування України»
- «для студентів спеціальності 193 "Геодезія та землеустрій" при вивченні стану ґрунтів; земельних, водних та лісових ресурсі; для проведення моніторингу раціонального природокористування; при вірішенні екологічних та містобудівних потреб, та інших.»
- «міграції тварин, рух льодовиків»
- «кліматичні карти, вулканічна активність»

2022 рік

- «Геологія. Лісовий покрив. Клімат.»
- «Види карт, рельєф, гідрологія, атмосфера»
- «Складно відповісти на дане питання, оскільки не працюю в системі загальної середньої освіти. Проте аналізуючи шкільну програму та тематику спецкурсів думаю можливості застосування ГІС-технологій є досить широкою, особливо це стосується фізичної географії (наприклад рельєф Українських Карпат чи Кримських гір, зміни клімату, глобальні проблеми людства на прикладі підтоплення чи зневоднення тих чи інших територій).»
- «Вступ (методи географічних досліджень), Топографія та картографія, більшість тем фізичної географії; Населення (густота, урбанізація, розселення)»

- «Наприклад, в темах "Сучасні картографічні твори" та "Характеристика стану повітря" (географія, 11 клас)»
- «геоінформаційні технології треба запроваджувати як блок інформаційних технологій для старшої школи»
- «для вищів, можливо: Інформаційні технології моніторингу довкілля»
- «Я застосовую дуже часто. Сільське господарство, лісове господарство..»
- «Майже у всіх темах з фізичної географії.»
- «Курс "Україна у світі", теми "Карти і геоінформаційні системи", "Природа та населення свого адміністративного регіону", "Природокористування та геоекологічна ситуація в Україні" (в рамках останньої теми як самостійне дослідження) та ін.»

2023 рік

- «Джерела географічної інформації»
- «екологія, географія материків, клімат»
- «географія України, клімат, корисні копалини»
- «аналіз рельєфу та територій»
- «Електроенергетика, гідрографія,»
- «Для кожної теми можна підібрати»
- «Біологія - вивчення різноманіття рослин і тварин , екологія»
- «Майже усі теми майже усіх природничих дисциплін у тій чи іншій мірі можуть використовувати дані ГІС та ДЗЗ»
- «Метеорологія, рельєф у географії»
- «пошуки та розвідка / екологія»
- «фізична георафія»
- «зображення землі на карті, літосфера, гідросфера, природні комплекси та їх зміни»
- «ГІС та ДЗЗ доцільно використовувати на заняттях екологічного спрямування.»
- «Предмети: Географія, Біологія, Історія, Астрономія, Захист вітчизни, Інформатика, іноземна мова за професійним спрямуванням, Екологія, Безпека життєдіяльності, Туризм, Основи здоров'я, Математика, Фізика»
- «Рослинний покрив, внутрішні води, природокористування та охорона довкілля»
- «Географія, екологічні проблеми, стихійні лиха»
- «Клімат, рельєф, Україна»

- «Ландшафти.»
- «Фізична географія світу, Географія України»
- «Особливості радіолокаційних зображень = Тема "Коливання та хвилі".
Виявлення спектральних особливостей об'єктів. Тема "Спектральний аналіз"
Фізика»
- «не викладаю предметів у школі, лише займаюся з учнями в гуртку Агронімія
РМАНУМ та в університеті. Технології збалансованого землекористування - тут
доцільно для агрономів, екологів в університеті.»
- «кліматичні зміни»
- «географічні карти . Способи картографічних зображень»
- «Географія:
Клімат і кліматичні ресурси
Води суходолу і водні ресурси
Ландшафти
Населення»
- «Для прикладу 6-й клас
Тема 2. Як розвивалися знання про Землю
Я би запропонував би подивитися на сучасну Ойкумену – нічну Землю – і де
вирує життя, вказав би при цьому що 2-3 тис. років тому це було лише
Середземномор'я, Близький Схід Китай до уваги не беремо. І ось сьогодні –
майже уся Земля заселена, навіть в Антарктиді є наукові станції, включно з укр.
станцією – у кінці можна ще і екскурсію по ній показати -
<http://uac.gov.ua/vernadsky-station/station-3d/>
<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>
«Розділ II. СПОСОБИ ЗОБРАЖЕННЯ ЗЕМЛІ
Тема 1. Як можна зобразити Землю
Google Earth Pro дозволить з легкістю Землю у вигляді глобусі перетворювати на
карту, план і роздивлятися фото окремих вулиць і будинків.
Тема 3. Географічна карта – унікальний спосіб пізнання планети
Google Earth Pro дозволить з легкістю Землю у вигляді глобусі перетворювати на
карту, план і роздивлятися фото окремих вулиць і будинків.
Тема 2. Атмосфера – повітряна ковдра Землі
<https://worldview.earthdata.nasa.gov/>– можна розглядати хмарність на карті –
визначити ще більше всього опадів і де мало опадів і чому

<https://www.ventusky.com/uk> - з цим ресурсом можна визначити і тиск, і хмарність і кількість опадів – при цьому за різний період часу

Тема 3. Гідросфера – водне намісто планети Google Earth Pro – дозволяє розглядати океани, моря, затоки, протоки, річки і озера. Однак для використання цього ресурсу потрібно самому добре орієнтувати у географічні карті.

Тема 6. Антропосфера – середовище життя людини

<https://worldview.earthdata.nasa.gov> – дослідження паводків. Часто їх причиною виникнення є діяльність людини. Можна простежити, або запропонувати учням сформулювати самим причинно-наслідкові зв'язки

<https://worldview.earthdata.nasa.gov> – вивчення світлового забруднення, рівня розвитку територій – порівняння КНДР і Пд Кореї, вказати що в Африці мешкає 1,350 млрд людей, але як мало світла вночі, продивитися, що не заселена майже уся Австралія, Канада (90 % населення на кордоні із США), показати учням «пусту чверть» в США, незаселений захід в КНР на зх від лінії Хейхе-Тенчун і т.д. і т.п.»

— «Географія»

— «В школі не працюю, але вважаю, що Географія, Біологія.»

— «основи картографії, глобальні екологічні проблеми»

— «Рельєф України, клімат, внутрішні води, природно-заповідний фонд.»

— «Геоінформаційні технології можна використовувати, починаючи з 8 класу (особливо, коли вивчається природа і населення свого регіону). За допомогою ГІС технологій можна вивчати багато питань, пов'язаних з глобальними проблемами людства (зміна клімату, екологічні і т.ін.)»

— «"Геологічна карта України" (8 клас), "Лісове господарство України" (9 клас) "Внутрішні води України" (8 клас) та багато інших»

**Уривки з мотиваційних листів учасників спецкурсу
«Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз
спутникових знімків на платформі Google Earth Engine»**

«Я цікавлюсь діяльністю, розробками, спецкурсами та вебінарами Вашої лабораторії ще з 2019 року. Періодично під Вашим керівництвом намагаюся удосконалювати свої знання та навички роботи зі супутниковими знімками. Отримані знання впроваджую в свою педагогічну діяльність в рамках керівництва учнівськими науково-дослідницькими роботами МАН та на практичних роботах зі студентами спеціальностей 106 «Географія», 014.07 «Середня освіта. Географія», 103 «Науки про Землю».

Нещодавно завдяки активній діяльності, отриманим знанням та навичкам на Ваших заняттях перейшла на викладання дисципліни «ГІС та ДЗЗ» в КОПНЗ «Буковинська Мала академія наук учнівської молоді». Також завдяки підтримці Лабораторії ГІС та ДЗЗ НЦ МАН та отриманим комп'ютерам тепер маємо можливість ще більше розвивати дану секцію. У листопаді 2023 року спільно з БМАНум та Чернівецьким національним університетом імені Юрія Федьковича провели обласний семінар «Особливості використання ГІС-технологій в шкільній географії» для вчителів географії. В рамках цього семінару провела заняття на тему "Підлив Каховської дамби та оцінка наслідків російського терору (за допомогою супутникових знімків)", яке розробила на основі отриманих знань на спецкурсах та методичних матеріалів, розроблених співробітниками Вашої Лабораторії.

Хочу й надалі розвивати свої навички та здобувати нові скіли, пов'язані з ДЗЗ та ГІС. Вдячна за Вашу працю та можливість участі в такому цікавому та корисному спецкурсі!»

«Цікаво дізнатися про основи дистанційного зондування Землі на платформі Google Earth Engine для свого професійного розвитку та впровадження цих нових знань і вмінь у навчальному процесі на уроках географії.»

«Я,, працюю викладачем на кафедрі природничих наук та методик їхнього навчання Центральнорукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка в м. Кропивницькому. Також 15 років є науковим керівником секції географії Кіровоградської Малої академії наук (МАН).

За роки проведені у МАН познайомився з багатьма талановитими учнями, які під моїм керівництвом підготували цікаві роботи. Весь час ми розширюємо коло наукових тем і проблем, над якими працюємо. Намагаємося застосовувати сучасні методи і засоби дослідження для розкриття географічних закономірностей у просторі, що нас оточує. Нам у цьому дуже допомогла лабораторія «ГІС та ДЗЗ» МАН України. Адже у попередні роки я пройшов ряд спецкурсів, розроблених фахівцями цієї організації, зокрема «Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування», «Основи ДЗЗ: аналіз космічних знімків в ГІС», «Основи ГІС з використанням ArcGIS Online». Нині активно застосовую отримані знання під час керування учнівськими науково-дослідницькими роботами, передаю свої вміння учням.

Логічним продовженням мого знайомства з дистанційними засобами зондування Землі є вивчення особливостей обробки та аналізу супутникових знімків на платформі Google Earth Engine. Вважаю, що це дуже допоможе мені у подальшій професійній сфері, зокрема у роботі з учнями в рамках Малої академії наук.

Дякую за можливість долучитися до Вашого спецкурсу!»

«Шановні лектори курсу, з задоволенням доєднаюся до курсу «Основи дистанційного зондування Землі: обробка та аналіз супутникових знімків на платформі Google Earth Engine». У минулому році брала участь у пілотних заняттях з даного спецкурсу. Впевнена, що отримані мною знання допоможуть не лише при підготовці науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН України, а й отримають практичне застосування, особливо в реаліях сьогодення.»

«Я, ..., маю повну вищу освіту за спеціальністю «Геологічна зйомка, пошуки та розвідка родовищ корисних копалин», науковий ступінь кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.20 «Мінералогія, кристалографія» та вчене звання доцента кафедри теоретичної і прикладної мінералогії. Мій науково-педагогічний стаж у вищій школі становить повних 23 роки. Маю досвід викладання дисципліни «Геологія родовищ корисних копалин» та ін. З жовтня 2022 р. по червень 2023 р. пройшов курс вебінарів «Основи ГІС з ArcGIS Online». У жовтні 2023 р. успішно пройшов курс «Основи дистанційного зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах». З 2013 р. по теперішній час виконую обов'язки керівника гуртка «Геологія, геохімія та мінералогія» КПНЗ «Мала академія наук учнівської молоді Дніпропетровської обласної ради». Вихованці нашого гуртка неодноразово посідали

призові місці та ставали переможцями на різних етапах конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН та Міжнародного конкурсу «Олімпіада геніїв». Частина із запропонованих для вихованців нашого гуртка тем науково-дослідницьких робіт орієнтована на секцію «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі», наприклад, у цьому році вихованка нашого гуртка виборола право представляти місто кривий Ріг на обласному (II-му) етапі конкурсу-захисту учнівських робіт учнів-членів МАН. Тема її науково-дослідницької роботи «Температури та індекси NDVI, NDTI, NDAI в межах Карачунівського водосховища в період з 2017 по 2023 роки»....»

«Завжди очікую на нові спецкурси від Вас. Адже це сучасні технології, які так потрібні для того, щоб дистанційно дослідити нашу планету Земля і ті зміни, які відбуваються. Знання з ГІС та ДЗЗ мені також необхідні, оскільки дають можливість опрацьовувати дистанційно мою територію, яка була в окупації, а тепер під постійними обстрілами, оскільки я з міста-героя Херсона. Я працюю у школі вчителем географії, то постійно учням демонструю ці зміни, оскільки проходила вже багато від вас спекурсів. Також в цьому році моя учениця вперше приймає участь у захисті наукових робіт в секції «ДЗЗ та ГІС». Тому сподіваюсь пройти навчання і на цьому спекурсі. Ця тематика і напрямок нові для мене.»

Умови Всеукраїнського конкурсу екологічних проєктів «Екопогляд» (<https://man.gov.ua/contests/vseukrayinsskij-konkurs-ekopoglyad>)

<p style="text-align: center;">Додаток 1 до наказу ІНЦ «МАНУ» № 22.02.02.23 № 270</p> <p style="text-align: center;">УМОВИ проведення Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд»</p> <p style="text-align: center;">I. Загальні положення</p> <p>1. Ці Умови визначають порядок організації та проведення Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд» (далі – Конкурс).</p> <p>2. Конкурс проводиться на виступних засадах і є відкритим для здобувачів освіти закладів загальної середньої освіти та виконавців (слухачів) закладів позашкільної освіти.</p> <p>3. Метою проведення Конкурсу є популяризація знань з екології, географії, дистанційного зондування Землі (далі – ДЗЗ) і суміжних галузей науки, підтримка обдарованих дітей та учнівської молоді, залучення їх до науково-дослідницької діяльності в сферах і сферах наукових відповідей. Малої академії наук України (далі – МАНУ).</p> <p>4. Основними завданнями Конкурсу є: залучення учнів до поглибленого вивчення екології, географії та ДЗЗ; розвиток глибоких інтересів учнів; організація індивідуальної та групової форми роботи з учнями; формування наукових основ і практичних навичок проведення самостійного наукового дослідження у вигляді проєкту та стимулювання творчого відокремлення учнів; відтримка обдарованих дітей.</p> <p>5. Організаційно-методичне забезпечення проведення Конкурсу здійснюють: Національний центр «Мала академія наук України» (далі – ІНЦ «МАНУ»), профільні інститути Національної академії наук України (далі – НАНУ).</p> <p>6. Інформація про проведення Конкурсу розміщується на офіційному сайті ІНЦ «МАНУ».</p> <p>7. Ша час проведення Конкурсу опрацювання персональних даних учасників здійснюється з урахуванням вимог Закону України «Про захист персональних даних».</p> <p style="text-align: center;">II. Учасники Конкурсу</p> <p>1. У Конкурсі беруть участь учасники з 1 по 11 класів закладів загальної середньої освіти, виконавці закладів позашкільної освіти (далі – Учасники).</p> <p>2. Кожен Учасник має право представляти на Конкурс лише одну проєктову роботу.</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: right;">Продовження додатка 1</p> <p>3. Учасники Конкурсу зобов'язані дотримуватися Умов проведення програми проведення Конкурсу, норм поведінки та правил техніки безпеки.</p> <p style="text-align: center;">III. Організаційний комітет Конкурсу</p> <p>1. Для організації та проведення Конкурсу створюється організаційний комітет, персональний склад якого затверджується наказом ІНЦ «МАНУ».</p> <p>2. До складу організаційного комітету входять представники МОН, ІНЦ «МАНУ», НАНУ та громадських організацій (за згодою).</p> <p>3. Головою організаційного комітету є голова організаційного комітету; визначає та розподіляє повноваження членам організаційного комітету; керує роботою з організацій та проведенням Конкурсу.</p> <p>4. Члени організаційного комітету здійснюють роботу щодо організації Конкурсу; забезпечують порядок проведення Конкурсу.</p> <p>5. Секретар організаційного комітету оформляє документально вимоги проведення Конкурсу та кожне його підсумки; забезпечує збір даних документів і матеріалів щодо проведення Конкурсу; сприяє аналізу результатів Конкурсу в засобах масової інформації.</p> <p style="text-align: center;">IV. Журі Конкурсу</p> <p>1. Журі конкурсу формується з метою забезпечення об'єктивності оцінювання проєктних робіт Учасників та визначення переможців.</p> <p>2. Журі Конкурсу формується із педагогічних, науково-педагогічних і наукових працівників закладів позашкільної та вищої освіти, наукових установ (за згодою). Персональний склад журі затверджується наказом ІНЦ «МАНУ» за підписом Голови організаційного комітету Конкурсу.</p> <p>3. До складу журі Конкурсу входять: голова, секретар та члени журі.</p> <p>4. Голова журі організує роботу членів журі; провадить засідання журі; бере участь у виборі членів журі; затверджує список переможців Конкурсу.</p> <p>5. Члени журі забезпечують об'єктивність оцінювання надісланих проєктних робіт Учасників, знайомляються з протоколами, визначають переможців Конкурсу.</p> <p>6. Секретар журі оформляє документи і матеріали, систематизує та зберігає їх.</p> <p style="text-align: center;">V. Порядок і строки проведення Конкурсу</p> <p>1. Конкурс проводиться у два етапи: I етап – відбірковий – з 01 жовтня 2023 року до 01 березня 2024 року; II етап – фінальний – з 01 квітня до 30 квітня 2024 року.</p>
<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: right;">Продовження додатка 1</p> <p>2. Для участі у I відбірковому етапі Конкурсу необхідно заповнити онлайн-заявку, подати на яку розміщено на сайті ІНЦ «МАНУ» www.man.gov.ua у розділі «Конкурси та олімпіади»: Всеукраїнський конкурс «Екопогляд», пройти курс навчання, надіслати проєктову роботу та метабайли на електронну адресу: info@man.gov.ua.</p> <p>3. I відбірковий етап передбачає проходження онлайн курсу з основ ДЗЗ та створення проєктних робіт з використанням даних ДЗЗ.</p> <p>4. Журі Конкурсу розглядає подані Учасниками проєктні роботи і визначає Учасників II фінального етапу. Список Учасників II фінального етапу Конкурсу публікується на сайті ІНЦ «МАНУ» не пізніше ніж за один місяць до його початку.</p> <p>5. Строки та місця проведення II фінального етапу Конкурсу визначаються МОН та надаються листом органам управління освітою в областях, містах Києві та Севастополі не пізніше ніж за один місяць до початку проведення II фінального етапу Конкурсу.</p> <p>6. Фінальний конкурс проводиться додатково онлайн-навчання у формі вебінарів для підготовки матеріалів проєктів у вигляді інтерактивних віртуальних АреЧС Олімпіади, але бреть розміщені в галереї ГІС та ДЗЗ Малої академії наук України на платформі АреЧС Олімпіади.</p> <p>7. До місця проведення II фінального етапу Конкурсу Учасники прибувають, опрацюючи в супроводі керівників, призначеного з числа педагогічних працівників закладів загальної середньої, позашкільної освіти або територіального відділення МАНУ.</p> <p>8. II фінальний етап Конкурсу проводиться у формі захисту проєктних робіт.</p> <p>9. Подані на Конкурс теми проєктних робіт визначають окремими збірником писем проведення Конкурсу.</p> <p>10. У разі несприятливої безпекової ситуації в Україні у квітні 2024 року, фінальний етап Конкурсу буде проведено у дистанційному форматі.</p> <p style="text-align: center;">VI. Критерії оцінювання проєктних робіт та презентацій</p> <p>1. Проєктні роботи журі оцінює на наявність: опису проєкту (текст); візуальної ілюстрації/відео; назви проєкту.</p> <p>2. Критерії оцінювання проєктних робіт та вимоги до оформлення проєктних робіт, до опису проєктних робіт (текст), до презентацій розміщені на офіційному сайті ІНЦ «МАНУ» у розділі «Академія «Соретієво»: конкурс екологічних проєктів – «Екопогляд».</p> <p>3. Проєктні роботи, які не відповідають умовам Конкурсу, журі не розглядає.</p>	<p style="text-align: center;">4</p> <p style="text-align: right;">Продовження додатка 1</p> <p>Проєктні роботи учасників оцінюються за такими критеріями: хід роботи учасника, описаний у проєкті; висновок та їх аналітична складова; візуальний супровід проєкту; визначення теми (актуальність, глобальність); екологічна складова проєкту; застосування набутих знань з основ ДЗЗ.</p> <p>Захист проєктних робіт здійснюється за такими критеріями: повнота розкриття теми дослідження; логічність і ладно представленої матеріалу; кваліфікація ведення дискусії та культура мовлення; оформлення результатів проєкту.</p> <p style="text-align: center;">VII. Визначення та нагородження переможців Конкурсу</p> <p>1. Переможці Конкурсу визначаються журі за кількістю набраних балів.</p> <p>2. Переможцем Конкурсу є Учасник, який набрав найбільшу кількість балів.</p> <p>3. Премія Конкурсу є Учасник, які за кількістю набраних балів посіли другі і треті місця.</p> <p>4. Кількість переможців і призерів Конкурсу має бути не більше 50% від загальної кількості Учасників II фінального етапу.</p> <p>5. Переможці та призери Конкурсу нагороджуються дипломами ІНЦ «МАНУ» відповідного ступеня.</p> <p>6. Учасники II фінального етапу Конкурсу вигорджуються дипломами ІНЦ «МАНУ» за участь.</p> <p>7. Результати проведення Конкурсу затверджуються наказом ІНЦ «МАНУ» та оприлюднюються на офіційних сайтах МОН і ІНЦ «МАНУ» не пізніше ніж через 15 днів після його завершення.</p> <p style="text-align: center;">VIII. Фінансові умови</p> <p>Витрати на організацію та проведення Конкурсу здійснюються за рахунок коштів, не зареєстрованих законодавством України.</p>

Дистанційний курс «Ecoview» на платформі Canvas

(<https://canvas.instructure.com/courses/2448389>)

The screenshot displays the Canvas LMS interface for course 2448389. The browser address bar shows the URL <https://canvas.instructure.com/courses/2448389>. The page title is "ecoview > Розділи".

Left Sidebar Menu:

- На домашню сторінку
- Завдання
- Сторінки
- Файли
- Розклад
- Контрольні роботи
- Розділи
- Сумісна робота
- Увійти
- Панель інструментів
- Календар
- Вхідні
- Історія
- Допомога

Main Content Area:

На домашню сторінку Згорнути все

▼ Знайомство з конкурсом та основами дистанційного зондування Землі (ДЗЗ)

- Введення в курс
- Знайомство з ДЗЗ
- Введення в основи екології

▼ Використання онлайн ресурсу EO Browser для дешифрування та аналізу доступних космічних знімків

- Початок роботи з EO Browser
- Функції EO Browser
- Базові індекси EO Browser

The second screenshot shows the same course page with a different set of items:

На домашню сторінку

- Знайомство з Giovanni
- Основні типи карт в Giovanni
- Поняття кореляції
- Засоби порівняння в Giovanni
- Тест 2

▼ Створення власного дослідницького проекту

- Приклад оформлення проєктів, опрацювання результатів та висновків
- Усе що може знадобитися

Footer:

Зміст цього курсу пропонується під **CC** атрибуція розповсюджена таким чином ліцензії. Зміст в цьому курсі може бути розглянуто в рамках даної ліцензії, якщо не вказано інше.

Презентація учасників Міжнародних курсів для освітян з основ ДЗЗ



Monitoring the Shrinking of the Pasterze Glacier (Alps, Austria) using Remote Sensing

Danielle Destaerke, Emmanuel Olweny, Fahmida Yasmin, Lucia Čahojová

Remote Sensing Course for Educators 2023

Case study

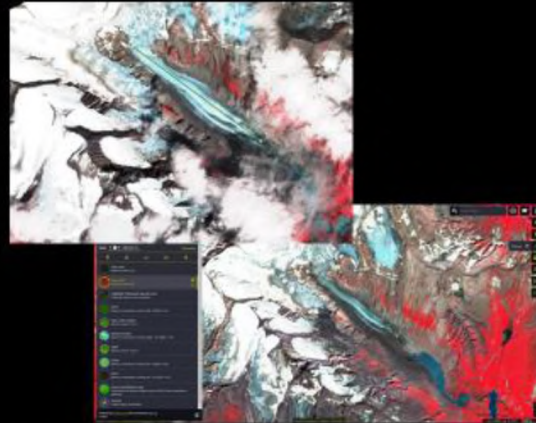
- ❖ The Pasterze, has been the longest glacier in Austria and in the Eastern Alps.
- ❖ It lies within the Glockner Group of the High Tauern mountain range in Carinthia, directly beneath Austria's highest mountain, the Grossglockner.
- ❖ The length of the glacier is currently decreasing by about 50 m (160 ft) each year. Its volume has halved since the first measurements in 1851 by 2006 (https://en.wikipedia.org/wiki/Pasterze_Glacier).



Image resources: BAYR, KLAUS J., et al. "Production of 3D models of the Pasterze Glacier, Austria, using satellite imagery."

Glacier area changes tracked by Sentinel-2

- ❖ Sentinel-2 satellite images and from 2017 (August) to 2022 (July) on EO Browser were used to analyse
- ❖ The change in glacier length measured on the 7th August 2017 image was 3 110 m and on the 17th July 2022 image 2 820 m
- ❖ Index ... was used during analyzing the area changes.

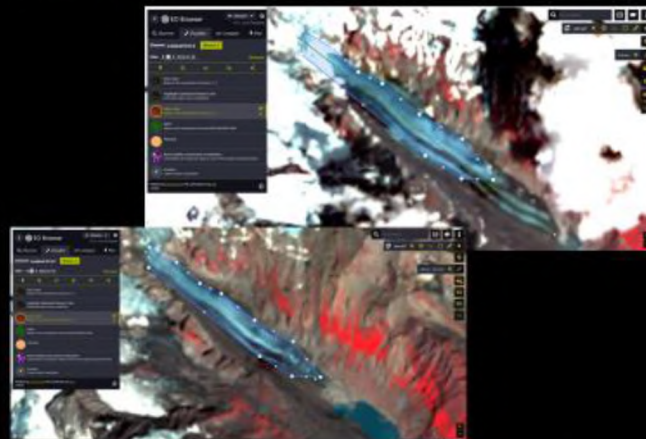


Figures: Comparison of glacier area in summer 2017 (top) and 2022 (bottom) on Sentinel-2 Image in EO Browser

5

Glacier area changes tracked by Landsat 8-9 L2

- ❖ Sentinel-2 satellite images and from 2013 (July) to 2022 (July) on EO Browser were used to analyse
- ❖ The change in glacier length measured on the 18th July 2013 image was 3 980 m and on the 19th July 2022 image 2 950 m
- ❖ Index False color was used during analyzing the area changes.



Figures: Comparison of glacier area in summer 2013 (top) and 2022 (bottom) on Landsat 8-9L2 Images in EO Browser

7

Temperature changes in the glacier area using Landsat 8-9

- ❖ Satellite images and data from Landsat 8-9 L2 from EO Browser were used to analyse temperature changes in the area around glacier from 20th August 2016 to 24th July 2021
- ❖ The Thermal index was used
- ❖ The maximum temperature of 20.41 °C was measured on June 20, 2017.



Figures: Graph of the development of temperatures in the glacier area from summer 2016 to summer 2021, using Landsat 8-9L2, EO Browser

9

Glacial reduction by year

Year	Highest	Lowest	Retreat(in %)
2016	0.923497	- 0.717073	30
2021	0.284893	- 0.500987	90

11

Conclusion



Image source: <https://triptips.com/pasterze-glacier-hiking-trail/>

- ❖ The changes of Pasterze glacier were observed using data from Sentinel-2 and Landsat 8-9 satellites
- ❖ The glacier is dramatically shrinking
- ❖ Our findings confirmed facts from various sources
- ❖ Remote sensing and its tools and methods are suitable for observing changes related to rising temperatures and climate change.

15

Change in size of the glacier captured in photos.



In the 1920s, Austria's largest glacier, Pasterze, was an impressive tongue of ice that extended to the south east (pictured left), but by 2012 it had retreated dramatically up the valley, leaving bare rock and scree in its wake

Image resources: <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3769074/Shocking-images-global-warming-causing-Europe-s-glaciers-retreat-hundreds-feet-year.html>

13



Thank you for your attention!

fabrizio@eo-browser.com, fernando@eo-browser.com,
daniele.dastierka@gmail.com

Pictures from <https://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-3769074/Shocking-images-global-warming-causing-Europe-s-glaciers-retreat-hundreds-feet-year.html>

Анкета

для учнів Всеукраїнської школи з основ ДЗЗ

Шановні учні!

Просимо Вас відповісти на запропоновані запитання. Вони допоможуть нам у розробці методичних рекомендацій щодо вдосконалення освітнього процесу з вивчення основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України.

1. Чи підвищує ваше зацікавлення у вивченні природничих дисциплін використання ІТ?
а) так, б) ні, в) свій варіант _____

2. Чи використовують під час вивчення природничих дисциплін супутникові знімки у вашому закладі освіти?
а) так, б) ні, в) свій варіант _____

3. Чи користувалися ви коли-небудь геоінформаційними системами (ГІС)?
а) так, регулярно б) так, але нечасто, в) ні, ніколи

4. Якщо так, які приклади зі свого повсякденного життя ви можете навести щодо використання ГІС.
свій варіант _____

5. Чи чули ви коли-небудь про використання даних з дистанційного зондування у наукових дослідженнях?
а) так, цікавлюся цією темою, б) так, але не часто зустрічаюся з такими дослідженнями в) ні, ніколи не чув(ла) про це

6. Чи б хотіли ви дізнатися більше про використання даних ДЗЗ у вивченні природничих дисциплін?

а) так, цікаво дізнатися більше, б) можливо, потрібно додаткова інформація, аби розуміти потенційний ефект практичного використання цих знань в) ні, не цікаво

7. Які конкретні аспекти використання технологій ГІС та ДЗЗ вам здаються найбільш корисними ?

а) аналіз змін у природних середовищах, б) моніторинг та прогнозування кліматичних змін, в) вивчення географічного розподілу антропогенного навантаження на природу, г) свій варіант _____

8. Як ви гадаєте використання даних ДЗЗ може підвищити якість та підсилити наукову новизну дослідницьких робіт учнів в рамках Малої академії наук України?

а) так, б) можливо, в) ні, г) свій варіант _____

9. Чи бажали б ви взяти участь у поглибленому навчанні щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ у вивченні процесів та явищ на земній поверхні?

а) так, бажаю взяти участь у навчанні, б) можливо, залежить від доступності часу та ресурсів, в) ні, не цікавиться.

10. Що на вашу думку найскладніше у вивченні технологій ГІС та ДЗЗ

а) треба добре володіти ІТ, знати програмування, б) комерційна складова використання цих технологій, в) необхідно мати глибокі знання географії та картографії, г) важко зрозуміти, як застосовувати ці технології для розв'язання конкретних завдань, або проблем, д) аби працювати в сервісах ДЗЗ треба добре знати англійську мову.

Додаток П**Анкета*****Шановні учні!***

Просимо Вас відповісти на запропоновані запитання. Вони допоможуть нам провести педагогічне дослідження щодо вдосконалення освітнього процесу з вивчення основ дистанційного зондування Землі в Малій академії наук України.

1. Чи навчаєтеся ви у секції «ГІС та ДЗЗ»

а) так, б) ні, в) планую

2. Ваш статус в МАН

а) планую вперше проводити дослідження, б) слухач, в) кандидат в дійсні члени, г) дійсний член

3. Чи маєте ви досвід роботи зі супутниковими знімками

а) так, б) ні, в) незначний

4. Чи користуєтеся ви електронними картами, наприклад Google maps, EO Browser, Apple Maps, MapBox, TomTom тощо

а) так, б) ні, в) декілька разів

5. Чи маєте ви досвід роботи з інтернет-ресурсами Європейського космічного агентства чи NASA

а) так, користуюся часто, б) ні, в) декілька разів користувався/-лася

6. Дистанційне зондування Землі це:

а) вивчення об'єктів на дотик, б) вивчення об'єктів не торкаючись їх, в) наука про природній супутник Землі.

7. Які сучасні носії сенсорів ДЗЗ?(Виберіть кілька варіантів)

а) літаки, б) пароплани, в) дрони, г) супутники

8. Які типи супутникових знімків використовуються у дистанційному зондуванні?

а) оптичні та радарні, б) оптичні та ультрафіолетові, в) радарні та інфрачервоні.

9. В яких цілях можна використовувати дані, отримані за допомогою дистанційного зондування Землі?

а) прогнозування погоди, дослідження космосу, виявлення космічних об'єктів, б) моніторинг екологічних змін, вивчення клімату, контроль над природними ресурсами. в) відстеження руху людей, спостереження за поверхнею Місяця.

10. Які основні типи даних можна отримати з супутникового моніторингу Землі та як їх можна використовувати у наукових дослідженнях?

а) фотографії, відеозаписи, музика, б) температура поверхні, вологість ґрунту, вегетація рослинності. в) соціальні дані, економічні показники, політичні зміни.

11. Яким чином дані з ДЗЗ допомагають у вивченні глобальних змін клімату?

а) допомагають передбачити потужність землетрусів та виверження вулканів, б) забезпечують можливість вивчення змін клімату за останні кілька десятиліть, в) Використовуються для вивчення змін клімату за останні кілька століть.

12. Одиниці вимірювання просторової розрізненості супутникового знімка?

а) метрів/піксель, б) моль/л, в) NIR-RED, г)bit

13. Які можливості має ДЗЗ для моніторингу природних катастроф?

а) дозволяє отримувати детальні знімки для дослідження геологічних процесів, б) надає можливість вчасно виявляти та вивчати наслідки природних катастроф, таких як повені, лісові пожежі, землетруси, в)

використовується для археологічних розкопок та вивчення історичних об'єктів

14. Який із наведених супутників знімає із найвищою просторовою розрізненістю

а) Landsat 1, б) Sentinel 5, в) MODIS, г) Sentinel 2

15. Які діапазони електромагнітного випромінювання

використовуються для зображення композиту «природні кольори» на супутниковому знімку?

а) Від УФ-випромінювання до інфрачервоного випромінювання, б) видимий діапазон, в) від інфрачервоного до мікрохвильового випромінювання.

Шкала оцінювання вхідної діагностики

Питання	Варіанти відповідей і вага відповіді			
	а	б	в	г
2	0	1	2	3
3	2	0	1	
4	2	0	1	
5	2	0	1	
6	0	2	0	
7	1	0	1	2
8	2	0	0	
9	0	2	0	
10	0	2	0	
11	0	2	0	
12	2	0	0	0
13	0	2	0	
14	0	0	0	2
15	0	2	0	

Високий рівень 21-29

Середній рівень 11-20

Низький рівень 0-10

Анкетування
для визначення рівня мотиваційно-цільового критерію дослідницької
компетентні учнів

Шановні учні!

Просимо Вас відповісти на запитання анкети.

На кожне запитання виберіть один із варіантів відповіді,
запропонованих в анкеті.

Прізвище _____

Ім'я _____

По батькові _____

Дата народження _____

Чи навчаєтеся ви у секції «ГІС та ДЗЗ»

а) так, б) ні, в) планую

1. Як ви оцінюєте свою готовність до самостійного дослідження з використанням ресурсів та інструментів ГІС та ДЗЗ?

а) Впевнено. Я готовий до вивчення нових інструментів та застосування їх у власних проектах.

б) Потребую додаткової підтримки та консультації вчителя.

в) Я не впораюся самостійно мені обов'язково необхідна допомога та підтримка вчителя або наставника.

2. Оцініть свій рівень мотивацій у вивченні та використанні технологій ГІС та ДЗЗ?

а) високий, я зацікавлена в опануванні цих технологій

б) посередній, можу вивчати за певних умов

в) не цікаво

3. Оцініть важливість використання даних ДЗЗ для моніторингу процесів і явищ на земній поверхні:

а) дуже актуально і на часі

б) залежить від ситуації

в) не важливі

4. Оцініть свою мотивацію до опанування нових ІТ?

а) Висока, мені подобається вивчати нові ресурси та можливості.

б) Посередня, надаю перевагу перевіреним ресурсам та технологіям.

в) Низька, я не затрачаю часу на вивчення функціоналу нових ресурсів.

5. Наскільки ви вважаєте важливим розвивати навички роботи з ГІС та ДЗЗ у сучасному світі?

а) Дуже важливо, оскільки ці навички допомагають розуміти світ навколо нас.

б) Важливо, але є інші способи отримання знань та розвитку.

в) Не вважаю це дуже важливим, адже інші навички є більш важливими для мене.

6. Оцініть важливість володіння ІТ, зокрема ГІС та ДЗЗ для підвищення своєї конкурентоспроможності в майбутньому ?

а) Так, ці навички можуть бути корисними для створення електронних карт, проведення досліджень тощо.

б) Частково, вони можуть бути корисними, але не є необхідними для всіх спеціальностей.

в) Ні, я вважаю, що інші навички є більш важливими для моєї кар'єри.

7. Оцініть можливість використання технології ГІС та ДЗЗ для моніторингу та прогнозування кліматичних змін?

- а) Позитивно, це може допомогти розуміти та протистояти змінам клімату.
- б) Я вважаю, що це може бути корисним, але є інші способи розв'язання цієї проблеми.
- в) Це не важливо для мене, оскільки я не вважаю, що можу вплинути на кліматичні зміни.

8. Як ви оцінюєте цінність вмінь аналізувати геодані за допомогою технологій ГІС?

- а) Дуже важливо, це дозволяє приймати обґрунтовані рішення та розуміти глобальні проблеми опираючись на дані.
- б) Важливо, але я вважаю, що можна аналізувати геодані не використовуючи ІТ.
- в) Не вважаю це дуже важливим.

9. Оцініть роль ГІС та ДЗЗ технологій для осучаснення природничої освіти у вашому закладі освіти

- а) Дуже важливо, ці технології можуть бути корисними підвищення якості освіти
- б) важливо, але це перенавантажуватиме зміст освітньої програми
- в) Не вважаю це дуже важливим.

10. Чи змогли б Ви самостійно опанувати функціонал ресурсів ДЗЗ та програм з аналізу геоданих (ГІС)

- а) так, можу справитися самостійно
- б) так, але з підтримкою вчителя
- в) ні, мені потрібні чіткі алгоритми.

11. Оцініть цінність використання технологій ГІС та ДЗЗ в своїй дослідницькій діяльності

- а) дуже корисно
- б) додатковий інструментарій
- в) не корисно

12. Чи може використання технологій ГІС та ДЗЗ у вашій дослідницькій діяльності підвищити наукову цінність дослідження, зокрема особистий внесок автора, наукову новизну тощо.

- а) так
- б) можливо
- в) ні

Шкала діагностики мотиваційно-цільового критерію дослідницької компетентні учнів

Питання	Варіанти відповідей і вага відповіді		
	а	б	в
1	1	0,5	0
2	1	0,5	0
3	1	0,5	0
4	1	0,5	0
5	1	0,5	0
6	1	0,5	0
7	1	0,5	0
8	1	0,5	0
9	1	0,5	0
10	1	0,5	0

11	1	0,5	0
12	1	0,5	0

Високий рівень 10-12

Середній рівень 5-9

Низький рівень 0-4

Анкетування
для визначення рівня когнітивно-дослідницький критерій дослідницької
компетентні учнів

Шановні учні!

Просимо Вас відповісти на запитання анкети.

На кожне запитання виберіть один із варіантів відповіді,
запропонованих в анкеті.

Прізвище _____

Ім'я _____

По батькові _____

Дата народження _____

Чи навчаєтеся ви у секції «ГІС та ДЗЗ»

а) так, б) ні, в) планую

1. Дистанційне зондування Землі це:

А) вивчення об'єктів на дотик,

Б) вивчення об'єктів не торкаючись їх

В) наука про супутники Землі.

2. Які сучасні носії сенсорів ДЗЗ Ви знаєте? (Виберіть кілька варіантів)

А) літаки,

Б) пароплани,

В) дрони,

Г) супутники,

Д) повітряні кулі

Е) птахи

3. Який діапазон хвиль для видимого спектру?(нм)

А) 380 - 750

Б) 200 - 400

В) 750-1000000

Г) 1 -10 м

4. Активні сенсори випромінюють свою власну енергію і вимірюють її відбиття від поверхні Землі. Пасивні сенсори фіксують енергію Сонця, яка відбивається від поверхні Землі.

А) так,

Б) ні.

5. Чим вимірюється просторова розрізненість супутникового знімка?

А) метрів/піксель

Б) моль/л

В) NIR-RED

Г) bit

6. Час, який потрібен супутнику для того, щоб повторно зобразити ту саму область під тим самим кутом огляду називається:

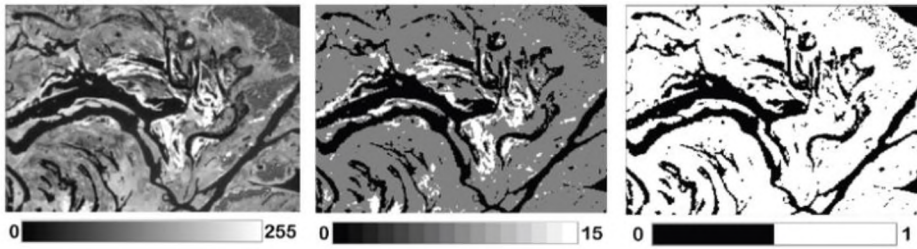
А) Тиждень

Б) Просторова розрізненість

В) Часова розрізненість

Г) Радіометрична розрізненість

7. На малюнку показано приклад:



- А) Розливу річки в різні пору року
 Б) Різні радіометрична розрізненість зображення
 В) Різні індекси вегетації
 Г) Різні темпоральна розрізненість зображення
8. Які кольори використовуються для зображення композиту «природні кольори»? (Вибрати усі)?
- А) Червоний
 Б) Інфра-червоний
 В) Зелений
 Г) Білий
 Д) Голубий
 Е) Синій
9. Нормалізований різницевий індекс рослинності це $(NIR - RED)/(NIR + RED)$
- А) NDWI
 Б) RGB
 В) NDVI
 Г) SWIR
10. Google Earth Pro має космічні знімки з детальністю 10 см
- А) так
 Б) ні

11. В Google Планета Земля можна побачити рельєф місцевості та візуалізувати його в 3-вимірному вигляді?

А) так

Б) ні

12. Існує три варіанти вказівки регіону інтересу в Giovanni (території на яку буде створена карта): введення координат, виділення території на карті, введення назви країни

А) так

Б) ні

13. Якщо треба дослідити залежність NDVI від температури, то найбільш підходящим типом візуалізації буде

А) Анімація

Б) Усереднена за часом карта

В) Карта кореляції

Г) Карта накопичення

14. Якщо треба визначити кількість опадів що випала на певній території протягом літа, то найбільш слушним типом візуалізації буде

А) Анімація

Б) Усереднена за часом карта

В) Карта кореляції

Г) Карта накопичення

15. В Landsat Explorer, для виявлення змін між двома знімками використовують функцію

А) Mask

Б) Swipe

В) Change detection

Г) Renderer

16. В яких ресурсах є можливість створювати таймлапс анімації?

А) Google Earth Pro

Б) EO Browser

В) Nasa WorldView

Г) Landsat Explorer

Шкала діагностики когнітивно-дослідницького критерію
дослідницької компетентні учнів

Номер питання	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Правильна відповідь	Б	А, В, Г	А	А	А	В	Б	А,В,Е	В
Оцінка за правильну відповідь	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5

Номер питання	10	11	12	13	14	15	16
Правильна відповідь	А	А	А	В	Г	В	Б, В
Оцінка за правильну відповідь	1	1	1	1	1	1	1

Високий рівень 10-12

Середній рівень 5-9

Низький рівень 0-4

Анкетування

для визначення рівня процесуально-рефлексивного критерію дослідницької компетентні учнів

Шановні учні!

Просимо Вас відповісти на запитання анкети.

На кожне запитання виберіть один із варіантів відповіді, запропонованих в анкеті.

Прізвище _____

Ім'я _____

По батькові _____

Дата народження _____

Чи навчаєтеся ви у секції «ГІС та ДЗЗ»

а) так, б) ні, в) планую

1. Чи обирали ви тему свого дослідження самостійно:

А) так,

Б) консультувався/-лася з вчителем

В) вчитель запропонував

Г) вчитель обрав

2. Наскільки Вам цікаво було проводити дослідження за своєю темою

А) дуже цікаво

Б) цікаво

В) посередньо

Г) не цікаво

3. Чи хотіли б ви оприлюднити результати свого дослідження серед інших учнів свого класу
- А) так
 - Б) можливо
 - В) ні
4. Чи хотіли б ви оприлюднити результати свого дослідження серед наукової спільноти (фахівці галузі).
- А) так
 - Б) можливо
 - В) ні
5. Чи хотіли б ви взяти участь у наукових конференціях із темою свого дослідження
- А) так,
 - Б) так, якщо мені допоможе вчитель
 - В) ні, але можливо в майбутньому
 - Г) ні, і не планую
6. Чи хотіли б ви взяти участь у Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт МАНУ із темою свого дослідження
- А) так,
 - Б) так, якщо мені допоможе вчитель
 - В) ні, але можливо в майбутньому
 - Г) ні, і не планую
7. Чи хотіли б ви взяти участь у інших конкурсах із темою свого дослідження:
- А) так,
 - Б) так, якщо мені допоможе вчитель

В) ні, але можливо в майбутньому

Г) ні, і не планую

8. Чи хотіли б ви позмагатися із темою вашого дослідження у фіналі конкурсів

А) так

Б) не вистачило декількох балів, аби потрапити у фінал

В) ні, робота не пройшла у фінал

Г) ні

9. Як ви оцінюєте ймовірність отримати призове місце на конкурсах з темою вашого дослідження

А) високі шанси

Б) посередні шанси

В) низькі шанси

Г) я б не брав участі у конкурсах із результатами свого дослідження

10. Як ви оцінюєте ймовірність отримати призове місце на конкурс-захисті науково-дослідницьких робіт МАНУ з темою вашого дослідження

А) високі шанси

Б) посередні шанси

В) низькі шанси

Г) я б не брав участі у конкурсах із результатами свого дослідження

11. Чи задоволені ви результатами свого дослідження?

А) так

Б) посередньо

В) я можу значно краще

Г) зовсім не задоволений

12. Чи задоволені ви результатами наукової новизни вашого дослідження
- А) так
 - Б) посередньо
 - В) я можу значно краще
 - Г) зовсім не задоволений
13. Чи задоволені ви результатами використання технологій ГІС та ДЗЗ у вашому дослідженні?
- А) так
 - Б) посередньо
 - В) я можу значно краще
 - Г) зовсім не задоволений
14. Чи маєте ви план як можна покращити ваше дослідження
- А) так
 - Б) міркую над цим
 - В) планую змінювати тему
 - Г) ні
15. Чи розумієте як можна використати дані ДЗЗ та інструменти ГІС для підвищення якості свого дослідження в майбутньому
- А) так
 - Б) міркую над цим
 - В) ще не вирішив/-ла
 - Г) ні
16. Як ви зазвичай реагуєте на конструктивну критику, щодо результатів вашого дослідження, якщо це рекомендація від експерта галузі
- А) максимально враховую
 - Б) міркую, що з рекомендацій врахувати, а що - ні

В) сприймаю як рекомендації які можна і не враховувати

Г) не сприймаю критики

Шкала діагностики мотиваційно-цільового критерію дослідницької
компетентні учнів

Питання	Варіанти відповідей і вага відповіді			
	а	б	в	г
1	0,5	0,25	0,1	0
2	0,5	0,25	0,1	0
3	0,5	0,25	0,1	
4	0,5	0,25	0,1	
5	0,5	0,25	0,1	0
6	0,5	0,25	0,1	0
7	0,5	0,25	0,1	0
8	0,5	0,25	0,1	0
9	1	0,25	0,1	0
10	2	0,25	0,1	0
11	1	0,25	0,1	0
12	1	0,25	0,1	0
13	1	0,25	0,1	0

14	0,5	0,25	0,1	0
15	1	0,25	0,1	0
16	0,5	0,25	0,1	0

Високий рівень 10-12

Середній рівень 5-9

Низький рівень 0-4

Анкета
для вчителів курсу «Основи ДЗЗ»

Шановні вчителі!

Ми раді вітати Вас на курсі «Основи ДЗЗ», цей курс складає 15 годин і складається із трьох тем, які ми згодом будемо розширювати та удосконалювати, для цього ми нам потрібна Ваша допомога, аби оптимізувати та підвищити результативність нашої роботи. Перед Вами анкета, просимо Вас її заповнити.

1. Назва закладу освіти де Ви навчаєте

2. Який предмет/-ти Ви викладаєте

3. В яких класах Ви навчаєте

4. Чи знайомі Ви з поняттями «супутниковий знімок» та «дистанційне зондування Землі»?

а) так б) так, але поверхнево, в) ні

5. Якщо так, які приклади зі свого повсякденного життя ви можете навести щодо використання ГІС.

свій варіант _____

6. Чи працювали Ви із супутниковими знімками під час свого навчання у закладі вищої освіти?

а) так, б) так, але це було лише оглядово в) ні, ніколи

7. Чи практикує Ви використання супутникових знімків у закладах освіти, де навчаєте ?

а) так, постійно, б) декілька разів використовувала, в) ні, не цікаво

8. Які конкретні аспекти використання технологій ГІС та ДЗЗ вам здаються найбільш корисними ?

а) аналіз змін у природних середовищах, б) моніторинг та прогнозування кліматичних змін, в) вивчення географічного розподілу антропогенного навантаження на природу, г) свій варіант _____

8. Як ви гадаєте використання даних ДЗЗ може підвищити якість та підсилити наукову новизну дослідницьких робіт учнів?

а) так, б) можливо, в) ні, г) свій варіант _____

9. Чи бажали б ви взяти участь у поглиблених курсах для освітян щодо використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності?

а) так, б) можливо, в) ні.

10. Що на вашу думку необхідно обов'язково врахувати для ефективного викисання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності закладу, де Ви навчаєте (з Вашого досвіду, наприклад, методичні матеріали, специфічні заняття, технічне оснащення тощо).

Анкета***Шановні вчителі!***

Перед Вами анкета, яку ми просимо Вас заповнити для визначення вашого ставлення до використання технологій ГІС та ДЗЗ в освітній діяльності МАНУ та Ваших знань з основ ГІС та ДЗЗ

1. Чи працюєте Ви в Малій академії наук України

а) так, б) ні, в) за сумісництвом

2. Чи працюєте Ви керівником секції «ГІС та ДЗЗ»

а) так, б) ні

3. Чи маєте ви досвід використання супутникових знімків в освітньому процесі?

а) так, б) ні, в) незначний

4. Чи користуєтеся ви електронними картами, наприклад Google maps, EO Browser, Apple Maps, MapBox, TomTom тощо

а) так, б) ні, в) декілька разів

5. Чи маєте ви досвід роботи з інтернет-ресурсами Європейського космічного агентства чи NASA

а) так, користуюся часто, б) ні, в) декілька разів користувався/-лася

6. Дистанційне зондування Землі це:

а) вивчення об'єктів на дотик, б) вивчення об'єктів не торкаючись їх, в) наука про природній супутник Землі.

7. Геодані -це

а) дані про Землю, б) опис Землі, в) дані, які мають географічну прив'язку

8. Які типи супутникових знімків використовуються у дистанційному зондуванні?

а) оптичні та радарні, б) оптичні та ультрафіолетові, в) радарні та інфрачервоні.

9. Оцініть свої навички з сфери дистанційного зондування Землі?

а) Високий рівень. У мене є значний досвід у використанні інструментів ДЗЗ та глибокі знання у цій галузі, б) Середній рівень. Я маю базові знання зі сфери ДЗЗ та деякий досвід у роботі з цими технологіями, але ще є чому навчатися, в) Низький рівень. Я лише починаю вивчати сферу ДЗЗ і поки не маю значного досвіду чи знань у цій галузі, г) Я не маю досвіду або знань у сфері дистанційного зондування Землі

10. Які основні типи даних можна отримати з супутникового моніторингу Землі та як їх можна використовувати у наукових дослідженнях?

а) фотографії, відеозаписи, музика, б) температура поверхні, вологість ґрунту, вегетація рослинності. в) соціальні дані, економічні показники, політичні зміни.

11. Яким чином дані з ДЗЗ допомагають у вивченні глобальних змін клімату?

а) допомагають передбачити потужність опадів та утворення циклонів, б) дані з ДЗЗ дозволяють вченим спостерігати за змінами температурних аномалій та тенденцій, льодовикових покривів, ураганами, засухами, повеннями тощо в) використовуються для вивчення біологічних властивостей рослин, такі як їхні фізіологічні параметри чи генетична структура.

12. Одиниці вимірювання просторової розрізненості супутникового знімка?

а) метрів/піксель, б) моль/л, в) NIR-RED, г) bit

13. Які програмні засоби використовуються для обробки даних в ГІС?

а) ArcGIS, QGIS, Google Earth, б) Microsoft Word, Excel, PowerPoint, в) Photoshop, Illustrator, CorelDRAW

14. Який із наведених супутників знімає із найвищою просторовою розрізненістю

а) Landsat 1, б) Sentinel 5, в) MODIS, г) Sentinel 2

15. Які дані можна отримати з супутникових знімків?

- а) Інформація про рельєф території, розподіл водойм, зміни в рослинності,
 б) Дані про фізичні властивості планет, відстані до зірок, магнітне поле Землі, в) Соціально-економічні дані, фінансові показники, демографічні дані.

16. Оцініть технічну можливість використання даних супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі у закладі де Ви навчаєте

- а) так, ми маємо достатній рівень технічного забезпечення для використання даних супутникового моніторингу в освітньому процесі, б) частково, ми маємо деякі технічні засоби, але не всі з необхідних в) нам не вистачає необхідної технічної бази г) ми ще не досліджували можливості використання даних супутникового моніторингу в освітньому процесі.

17. Оцініть свою готовність використовувати дані супутникового моніторингу Землі в освітньому процесі у закладі де Ви навчаєте

- а) я впевнено володію необхідними навичками та знаннями для використання даних ДЗЗ в освітньому процесі і готовий їх активно впроваджувати, б) я маю базові навички роботи з даними супутникового моніторингу та готовий навчитися їх використовувати більш ефективно в цілях освіти, в) я не маю досвіду та не впевнений у своїй готовності

Шкала оцінювання вхідної діагностики

Питання	Варіанти відповідей і вага відповіді			
	а	б	в	г
3	1	0	0	0
4	1	0	0	0
5	1	0	0	0
6	0	1	0	0
7	0	0	1	0
8	1	0	0	0
9	3	2	1	0
10	0	2	0	0

11	0	2	0	0
12	2	0	0	0
13	2	0	0	0
14	0	0	0	2
15	2	0	0	0
16	2	0	0	0
17	2	0	0	0

Високий рівень 20-25

Середній рівень 11-19

Низький рівень 0-10

Опитувальник для освітян

Покликання на опитувальник <https://forms.gle/EANu6qwK9eoc2G2MA>

Колеги, ми розробили для Вас коротку анкету про спецкурс для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування». Для чого ми це робимо? По-перше ми дуже хочемо зробити цей курс максимально зрозумілим та корисним персонально для Вас та для педагогів які будуть брати участь в навчанні в майбутньому. Тому, кожного року, ми оновлюємо ситуації дослідження, наповнюємо наш контент оглядом нових сервісів з обробки супутникових знімків. По-друге ми хочемо перевірити рівень набутих Вами знань. Відповідайте максимально чесно, ми ретельно опрацюємо усі Ваші зауваження, рекомендації та побажання і відкоригуємо наш спецкурс в подальшому.

Ваша електронна скринька _____

1. Оцініть від 1 до 5 на скільки для Вас був цікавий спецкурс, де 1 – не цікаво 5 – дуже цікаво

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

2. На скільки складним було для Вас виконання практичних робіт?, де 1 – дуже важко, 5 – легко впоралася

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Як би Ви оцінили власний прогрес для професійної діяльності після проходження спецкурсу, від 1 до 5?, де 1 – нічого нового не дізнався (-лась) 5 – сся інформація, викладена в спецкурсі була для мене новою

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

4. Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу EO browser, де 1 – не зручно 5 – дуже зручно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

5. З якого року доступні знімки з супутника Sentinel-5P на сервісі EO Browser?

- a) 2012
- б) 2018
- в) 2020

6. Під час застосування додаткових скриптів в сервісі EO Browser легенда з умовними позначеннями відображається на карті

- a) так
- б) ні

7. Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу Google Планета Земля, де 1 – не зручно 5 – дуже зручно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

8. В Google Планета Земля можна побачити рельєф місцевості та візуалізувати його в 3-вимірному вигляді

- a) правильно
- б) неправильно

9. В Google Планета Земля можна підвантажувати додаткові власні карти та знімки на будь-яку територію

- a) правильно
- б) неправильно

10. В Google Планета Земля є архівні знімки з 1970-х років

- a) правильно

б) неправильно

11. Створені в Google Планета Земля векторні дані у форматі kml/kmz можна використовувати в інших ГІС програмах

а) правильно

б) неправильно

12. Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу ArcGIS Online, де 1 – не зручно 5 – дуже зручно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

13. В ArcGIS online доступні супутникові знімки Sentinel 2

а) правильно

б) неправильно

14. Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу NASA Worldview, де 1 – не зручно 5 – дуже зручно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

15. У сервісі NASA Worldview можна моніторити за життєвим циклом ураганів

а) правильно

б) неправильно

16. Оцініть від 1 до 5 зручність використання сервісу Google My Maps, де 1 – не зручно 5 – дуже зручно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

17. У сервісі Google My Maps можуть одночасно на одним проектом напруцювати весь клас учнів

- а) правильно
- б) неправильно

18. Розшифруйте аббревіатуру ДЗЗ:

- а) дослідження за Землею
- б) дистанційні знімальні засоби
- в) державне зондування Землі
- г) дистанційне зондування Землі

19. Активні методи ДЗЗ – це методи, у яких джерелом електромагнітного випромінювання є

- а) сонце
- б) самі сенсорні системи

20. До основних характеристик супутникових знімків належать

- а) просторове розрізнення
- б) температурне розрізнення
- в) кількість каналів
- г) все з вище перерахованого

21. Від розміру пікселя растрового зображення залежить

- а) температурна розрізненність
- б) яскравість
- в) просторова розрізненність
- г) все з вище перерахованого

22. Елементарною одиницею растру є

- а) точка відліку
- б) координати кутових точок
- в) вершина

- г) піксель
- д) вузол
- е) ребро

23. Супутникові дані Європейського космічного агентства знаходяться у вільному доступі та можуть бути використані як джерела геоданих

- а) правильно
- б) не правильно
- в) у вільному доступі лише для країн членів ЄС

24. Природні об'єкти на супутникових знімках відрізняються від антропогенних за:

- а) формою
- б) кольором
- в) текстурою

25. Що найважливіше при виборі оптичних знімків на дослідну територію

- а) година доби зйомки
- б) відсутність хмар
- в) висота орбіти

26. Супутникові знімки Sentinel-2 мають наступну кількість спектральних діапазонів

- а) 8
- б) 12
- в) 16

27. В якого супутника є зйомка у тепловому діапазоні

- а) Landsat-8
- б) Sentinel-2

в) World View

28. Лісові та степові пожежі на супутникових знімках мають форму

- а) кола
- б) конусу
- в) видовженого відрізка

29. Опишіть що позначено на супутниковому знімку цифрами 1-6*



а) населений пункт	
б) аеродром	
в) дорога	
г) поле з с/г культурами	
г) ліс	
д) поле з меліоративним колом	

30. Напишіть в яких темах з шкільної програми доцільно застосовувати супутникові знімки

31. Що в курсі для Вас виявилось найскладнішим? Чому?

32. Оберіть яка тематика спецкурсу Вам сподобалась найбільше?

- а) лісові ресурси
- б) дослідження водойм
- в) агроландшафти
- г) антропогенні ландшафти
- г) урболандшафти
- д) картографування в Google Earth Pro
- е) екзогенні процеси
- є) атмосферний моніторинг
- ж) вулканічна активність
- з) відкриті джерела даних
- и) зміни клімату
- і) картографування в Arc Gis он-лайн чи Google My maps

33. Чи надихнули вас курси керувати учнівськими науковими проектами з застосуванням набутих знань з основ ДЗЗ?

- а) так
- б) з високою долею вірогідності
- в) ні

34. Оцініть від 1 до 5 необхідність навчати Ваших учнів інструментам супутникового моніторингу Землі, де 1 – непотрібно 5 – необхідно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

35. Оцініть чи впливає використання супутникових знімків на мотивацію ваших учнів навчатися (якщо не використовуєте, то чи могло б), де 1 – не впливає зовсім, 5 – мотивація значно зростає

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

36. Оцініть вміння ваших учнів до використання дані ДЗЗ в освітніх та дослідницьких цілях, де 1 – не використовують (не вміють/не хочуть тощо) 5 – використовують постійно

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

37. Оцініть важливість використання супутникових знімків в сучасному освітньому процесі, де 1 – це зовсім неважливо, 5 – це дуже важливо

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

38. Оцініть можливість використання супутникових знімків в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте, де 1 – це неможливо, 5 – цілком можливо

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

39. Оцініть свої знання для використання супутникових знімків в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте, де 1 – зовсім не готовий, 5 – цілком готовий

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

40. Оцініть свої навички для використання супутникових знімків в освітньому процесі закладу де Ви навчаєте, де 1 – недостатньо, 5 – цілком готовий

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Правильні відповіді на нерангові питання (критерій: об'єктивний прогрес)

Номер питання	5	6	8	9	10	11	13	15	17	18	19	20	21	22	23
Правильна відповідь	Б	А	А	А	А	В	А	А	А	Г	Б	Г	В	Г	А
Оцінка за правильну відповідь	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1

Номер питання	24	25	26	27	28	29
Правильна відповідь	А	Б	Б	А	Б	а- 2; б-1; в-6; г-5; г-4; д-3;
Оцінка за правильну відповідь	1	1	1	1	1	2

Високий рівень 11-15

Середній рівень 5-10

Низький рівень 0-4

Ранжування відповідей на рівні за критерієм: суб'єктивний прогрес

Номер питання	1	2	3	4	7	12	14	16
ранг 5	1	1	1	1	0,25	0,25	0,25	0,25
ранг 4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2
ранг 3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15	0,15	0,15	0,15
ранг 2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
ранг 1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Високий рівень 4-5

Середній рівень 2-3

Низький рівень 0-1

Ранжування відповідей на рівні за критерієм: суб'єктивний прогрес

Номер питання	34	35	36	37	38	39	40
ранг 5	0,5	0,5	0,5	0,5	1	1	1
ранг 4	0,25	0,25	0,25	0,25	0,7	0,7	0,7
ранг 3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5

ранг 2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,25	0,25	0,25
ранг 1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2

Високий рівень 4-5

Середній рівень 2-3

Низький рівень 0-1

Додаток Ц

**Листи-звернення директорів територіальних відділень МАНУ, щодо
необхідності технічної підтримки діяльності секцій «ГІС та ДЗЗ» в
наслідок збільшення кількості учнів, які бажають навчатися в них**

ВИКОНАВЧИЙ ОРГАН КИЇВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
(КИЇВСЬКА МІСЬКА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ)
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ

**КОМУНАЛЬНИЙ ПОЗАШКІЛЬНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
"КИЇВСЬКА МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ"**

вул. Мала Могола, 11, м. Київ, 01018 / вул. Пастера Ієричівка, 19, м. Київ, 01011, тел. 044298-47-53
E-mail: man-kyiv@ukr.net, код ЄДРПОУ 3731843*

№ 17.16.0002 № 1/19

На № _____

В. о. директора
Національного центру «Мала
академія наук України»
Тетяні ПЕЦЕРІНІЙ

Технічне оснащення освітнього
процесу секції «ГІС та ДЗЗ» за проєктом
«Підтримка наукової освіти в Україні»

Шановна Тетяно Вікторівно!

У 2012 році вперше в Україні у КПНЗ «Київська Мала академія наук учнівської молоді» запровадила секції ГІС та ДЗЗ, де учні ступінці навчаються та досліджують Землю за допомогою дистанційного зондування Землі та геоінформаційних систем. Кожного року учні секції представляють результати своїх наукових проєктів, тематика досліджень яких охоплює широкий спектр напрямів, від урбоєкології до лісової галузі, гідрології та геології. Через проєкти секції діти навчаються аналізувати дані супутникового моніторингу Землі. Знання, отримані на заняттях секції ГІС та ДЗЗ, дають змогу отримати дані з території, яка може знаходитися на відстані тисяч кілометрів, учні вчаться самостійно обирати та аналізувати проблему з будь-якого комп'ютера з доступом до Інтернет без встановлення спеціалізованого програмного забезпечення.

З огляду на вищевикладене, звертаємо до Вас з проханням розглянути можливість щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності секції «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» у КПНЗ «Київська мала академія наук учнівської молоді» шляхом надання персональних комп'ютерів у кількості 10 шт.

Зі своєї сторони зобов'язуємося укомплектувати ними комп'ютерний клас, де учні секції зможуть вільно навчатися та проводити дослідження.

З повагою

Директор

Код поштової скриньки
067914170



Ірина ПОЛІЦУК



**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ
«ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР ДІТЯЧОЇ ТА ЮНАЦЬКОЇ ТВОРЧОСТІ»
ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ
(КЗПО «Обласний Центр ДЮТ» Житомирської обласної ради)**

вул. Троянівська, 20, м. Житомир, 10003, тел./факс: (0412) 47-05-07, ocmtnm.zh.ua, e-mail: ocmtnm@ukr.net, код ЄДРПОУ 05418276

08.06.2023 р. № 3-505

В. о. директора
Національного центру
«Мала академія наук
України»
Петериній Т. В.

Технічне оснащення освітнього
процесу секції «ГІС та ДЗЗ» за
проєктом «Підтримка наукової
освіти в Україні»

Шановна Тетяно Вікторівно!

Секція «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» була запроваджена у Житомирському територіальному відділенні Малої академії наук України у 2021/2022 навчальному році з метою залучення талановитої молоді до вирішення наукових задач використання природних ресурсів, оцінки природних та антропогенних процесів і явищ, їх впливу на довкілля та розвиток суспільства авіаційними та космічними засобами.

За цей період учасники секції показали достатньо високі результати як на обласному, так на Всеукраїнському етапах конкурсу, в т.ч. I та III місця відповідно у 2022/2023 навчальному році.

З огляду на вище викладене, звертаємо до Вас з проханням розглянути можливість щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності секції «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» у Житомирському територіальному відділенні Малої академії наук України шляхом надання персональних комп'ютерів у кількості 10 шт.

Зі своєї сторони зобов'язуємося укомплектувати ними навчальну лабораторію, де учні секції зможуть вільно навчатися та проводити дослідження.

Заступник директора



Наталія ПАНТУС


 ВОЛИНЬСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
 УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ І НАУКИ
 КОМУНАЛЬНА УСТАНОВА
„ВОЛИНЬСЬКА ОБЛАСНА МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК“
 вул. В'ячеслава Чорновола, 3, м. Луцьк, 43024, телефон: 0 (332) 711 693, e-mail:
 uoln@p2.dnain.com

06 червня 2023 року 19/2/23

На № _____ від _____

В. о. директора Національного центру
 «Мала академія наук України»
 Пещерний Т. В.

Технічне оснащення освітнього
 процесу секції «ГС та ДЗЗ» за проханням
 «Підтримка наукової освіти в Україні»

Шановна Тетяно Вікторіано!

Секція «ГС та ДЗЗ» у Волинській обласній Малій академії наук працює з 2021 року під керівництвом Федюка Миколи Анатолійовича, кандидата географічних наук, доцента Луцького національного технічного університету.

За цей час у секції навчалась 30 дітей не лише обласного центру, а й з віддалених територіальних громад Волині, завдяки дистанційному навчанню у заочній школі та літнім школам Волинської обласної МАН.

Організація освітнього процесу у новоствореній секції відбувалась в умовах карантину та війни. Волинь межує з Білоруссю, тож проведення польових досліджень у секціях відділення наук про Землю значно ускладнювалось із початком повномасштабного вторгнення росії в Україну.

Однак, завдяки розробленим методикам ГС та ДЗЗ, дослідження у секціях продовжились та вибили на високо новий рівень. Лише за два роки виконавці секції неодноразово були нагороджені ІІ етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт. У 2022 та 2023 роках вихованка секції «ГС та ДЗЗ» Мілана Семеновою зайняла перші місця на Всеукраїнському конкурсі-захисті науково-дослідницьких робіт учнів-членів МАН та стала Стипендіаткою Президента України. У 2021-2023 рр. у фіналі Всеукраїнського конкурсу «Екопогляд» вихованки секції здобули два перших, друге та два третіх призові місця, почесну відзнаку

національного етапу Всеукраїнського конкурсу «Олімпіада геніїв України», срібну медаль Міжнародного конкурсу Kaohsiung International Invention and Design EXPO 2022. Тези проекту слухачки Луцької ЮНІП «Динаміка температурного режиму та льодового покриву прибережної зони Антарктичного півострова», представлені на Міжнародній науково-технічній конференції молодих професіоналів GeoTetace-2022, вийшли до збірника наукових статей, що індексується у міжнародній науково-метричній базі Scopus.

Водночас Волинською обласною МАН організовуються семінар-практикуми з визначеного напрямку досліджень з вчителями природничих дисциплін.


З огляду на вище викладене, звертаємо до Вас з проханням розглянути можливість щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності секції «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» у Волинській обласній МАН шляхом надання персональних комп'ютерів у кількості 10 шт.

Зі своєї сторони зобов'язуємося укомплектувати ними комп'ютерний клас, де учні секції зможуть вільно навчатися та проводити дослідження.

З повагою –
 директорка



Тетяна МИХАЛЮК


 УКРАЇНА
 Чернівецька обласна державна адміністрація
 Чернівецька обласна військова адміністрація
 Департамент освіти і науки
 Комуніальна обласна позашкільна навчальна заклада
«Буковинська Мала академія наук учнівської молоді»
вул. Героїв Небесної Сотні, 10, м. Чернівці, 58000, телефон: 03732 22222, e-mail: bukovina@p2.dnain.com

19.06.2023 № 92

На № _____ від _____

В. о. директора Національного
 центру «Мала академія наук
 України»
 Пещерний Т. В.

Технічне оснащення освітнього
 процесу секції «ГС та ДЗЗ» за проханням
 «Підтримка наукової освіти в Україні»

Шановна Тетяно Вікторіано!

Секція «ГС та ДЗЗ» є найвищою секцією БМАНум у відділенні «Наука про Землю». Секція відкрито у 2021 році та працює кожного дня навчальних років. Впродовж цього часу у секції навчалась понад 30 дітей – як з обласного центру, так і з віддалених територіальних громад.

На жаль, організація освітнього процесу у новоствореній секції відбувалась дистанційно: на початкових етапах – в умовах карантину, а пізніше – у зв'язку з повномасштабним вторгненням росії в Україну. Зважаючи на безпечну ситуацію, рішенням ОВА на певний період було припинено проведення будь-яких видів учнівської та студентської молоді, в тому числі і польові дослідження у секціях відділення «Наука про Землю». Саме тому використання матеріалів та інструментарію ДЗЗ та ГС в цей період були та залишаються надзвичайно актуальними для продовження науково-дослідницької діяльності учнів.

Чернівецька область та власне м. Чернівці з початку війни прийняли надзвичайно велику кількість ВПО, в тому числі і мольда шкільного віку. Ми

намагаємось їх підтримати та залучати до нішої діяльності, показувати їм можливість досліджень їхніх рідних кутків за допомогою ДЗЗ та ГС. Зокрема, Анна Діах та Євгенія Соколенко (Херсонська область, тимчасово перебувають в м. Чернівці) за допомогою розроблених методик Лабораторії ГС та ДЗЗ НЦ МАНУ здійснили дослідження наслідків війни та наслідків їх проявів на прикладі своїх територій (м. Херсон, с. Олександрівка, новий течея р. Дніпро та природоохоронної території, які тут знаходяться, т.ін.). Учні представили результати своїх досліджень на всеукраїнській науково-практичній конференції «Моя Буковина – Україна» (напрямок експедиції «Географія рідного краю»).

Впродовж двох років учні області представляють свої наукові роботи, отримавши за допомогою ГС та ДЗЗ, на ІІ етапі конкурсу-захисту учнівських науково-дослідницьких робіт – як в рамках діяльності новоствореної секції, так і в інших секціях відділення «Наука про Землю». Цьогоріч, у 2022/2023 н.р., Назарчук Маріяна, учень ІІ класу Кельменецького ліцею та академії БМАНум, займає ІІ призове місце на ІІІ етапі Всеукраїнського конкурсу-захисту учнівських науково-дослідницьких робіт у секції «ГС та ДЗЗ». Щиро радіємо, що з кожним роком зацікавленість учнями цим напрямком зростає. Окрім того, простежується вона також і серед педагогів, які мають бажання розвиватися та підвищувати свою кваліфікацію. Аналогічними досвід інших територіальних відділень МАН, корисним та доречним було б запровадження відповідних практикумів, воркшопів чи вебінарів на базі БМАНум для вчителів географії із залученням відповідних фахівців.

З огляду на вище викладене, звертаємо до Вас з проханням розглянути можливість щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності секції «Геоінформаційні системи та дистанційне зондування Землі» у КОПНЗ «Буковинська Мала академія наук учнівської молоді» шляхом надання персональних комп'ютерів у кількості 10 шт.

Зі своєї сторони зобов'язуємося укомплектувати ними комп'ютерний клас, де учні секції зможуть вільно навчатися та проводити дослідження.

З повагою,
 В.о. директорка

Олена ДИНКА



ЛЬВІВСЬКА ОБЛАСТНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ

Комunalьний заклад Львівської обласної ради
«ЛЬВІВСЬКА ОБЛАСНА МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УЧІНЬСЬКОЇ МОЛОДІ»
м.п. Корчова, 42, м. Львів, 79000, тел. факс (0322) 24 2278, e-mail: omm@lviv.gov.ua
ЄДРПОУ 29084777

04.06.2019 № 63

В. о. директора Національного центру «Мала академія наук України»
Поперний Т. В.

Тестує освітніми освітніми
процеси секції «ІС та ДІЗ» за проектом
«Надтримка наукової освіти в Україні»

Паніна Тетяна Вікторівно!

У 2019 році у Львівській обласній МАІ відкрито гурток ІС та ДІЗ для учнів 8-11 класів м. Львова та області. У гуртку наразі навчається 14-16 учнів. Освітній процес здійснюється у онлайн-форматі.

Школярі ознайомились з використанням віртуального глобуса Google Earth Pro, ресурсів EO Browser, EOSDS WorldView, Giovanni, ArcGIS online, QGIS, Google My Map, Ventusky, Windy. Зробити знайоми і цікаві слухачі гуртка ІС та ДІЗ усвідомлюють при використанні науково-дослідницького проекту у всіх наукових секціях відвідали музеї проєкту Земле. Учні гуртка дружини рік наслід беруть активну участь у Всеукраїнському конкурсі проєктів «Бачи Спідж» (у 2022р. для команди Львівської МАІ набірники перемогли у фінальному етапі конкурсу). Шкільно-гуртківська клубова діяльність перемогли у Всеукраїнському конкурсі «Екологія». У 2019 році слухач секції ІС та ДІЗ Львівської МАІ брав участь у літній міжкласовій школі з ДІЗ.

Завершується навчальний рік провідником літньої профільної школи з основ дистанційного навчання Земле.

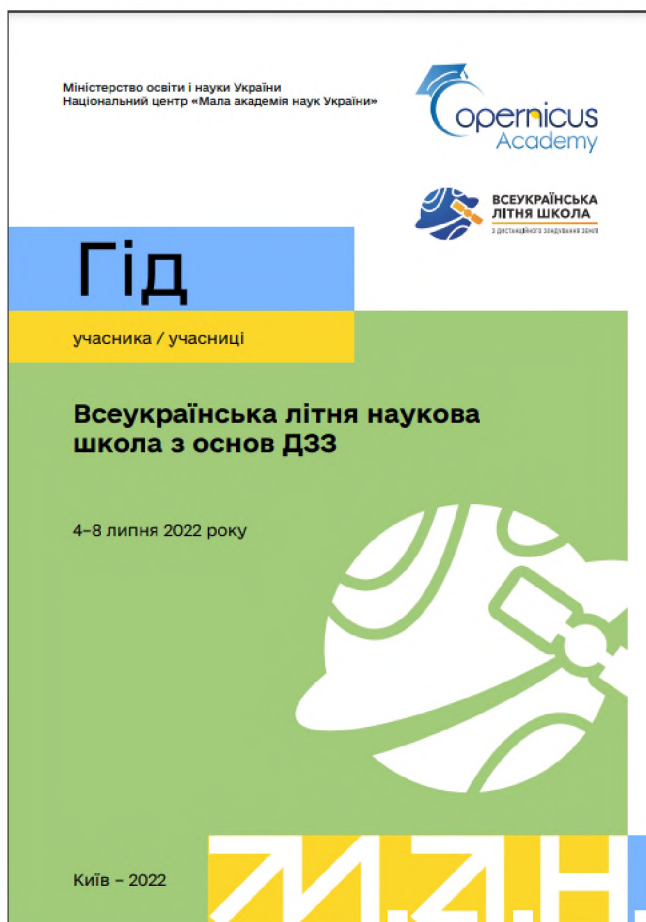
З огляду на вище викладене, звертаємось до Вас з проханням розглянути можливість щодо матеріально-технічного забезпечення освітньої діяльності секції «Інформаційні системи та дистанційне навчання Земле» у Львівській обласній Малій академії наук шляхом надання персональних комп'ютерів у кількості 10 шт. Зі своєї сфери зобов'язуємось укомплектувати ними комп'ютерний клас, де учні секції зможуть вільно працювати та проводити дослідження.

Директорка



Іванна БОРОДЮК

Гід проєкту «Всеукраїнська літня школа з основ ДЗЗ» 2022 року



Національний центр «Мала академія наук України» – найбільший позашкільний заклад освіти, який налічує понад 250 000 вихованців, залучених у 64 наукових сферах. У вересні 2018 року МАНУ отримала статус Академії Copernicus.

НЦ «МАНУ» пропонує учням 7–11 класів унікальну можливість – пройти курс навчання з основ дистанційного зондування Землі. За результатами заходу вони отримають сертифікати про участь та роздаткові матеріали, а три команди переможців – призи від Європейського космічного агентства.

За ці кілька днів слухачі не лише навчаться моніторити зміни у своєму місті / селі на космоснімках, а відчують себе в ролі науковців і будуть проводити серйозні дослідження: оцінювати наслідки лісових пожеж, екологічних катастроф, моніторити повені і т. п.

Метою школи є навчити учнівську молодь працювати з відкритими супутниковими даними і застосовувати дані дистанційного зондування Землі у своїх наукових дослідженнях.

Наказ на проведення
Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ у 2022 році



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»
(НЦ «МАНУ»)**

Н А К А З

10.06.2022

Київ

№ 158

Про організацію та проведення
Всеукраїнської літньої наукової
школи з основ ДЗЗ

На виконання пункту 24 Плану всеукраїнських і міжнародних організаційно-масових заходів з дітьми та учнівською молоддю на 2022 рік (за основними напрямками позашкільної освіти) затвердженого наказом Міністерства освіти і науки України від 15 грудня 2021 № 1379 «Про затвердження Плану всеукраїнських і міжнародних організаційно-масових заходів з дітьми та учнівською молоддю на 2022 рік (за основними напрямками позашкільної освіти) та Плану семінарів-практикумів для педагогічних працівників закладів позашкільної освіти на 2022 рік»

НАКАЗУЮ:

1. Затвердити План організації та проведення Всеукраїнської літньої наукової школи з основ ДЗЗ згідно з додатком 1.

2. Затвердити графік проведення Всеукраїнської літньої наукової школи з основ ДЗЗ згідно з додатком 2.

3. Організувати та провести з 4 по 8 липня 2022 року Всеукраїнську літню наукову школу з основ ДЗЗ в режимі онлайн (далі – захід).

4. Призначити відповідальними за:
проведення заходу завідувача лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі Світлану БАБІЙЧУК;

інформаційно-видавниче забезпечення заходу заступника директора з інформаційно-видавничої роботи Оксану ПОНОМАРЕНКО.

5. Головному бухгалтеру Оксані ПЛЕСКАЧ здійснити витрати на організацію та проведення заходу відповідно до кошторису.

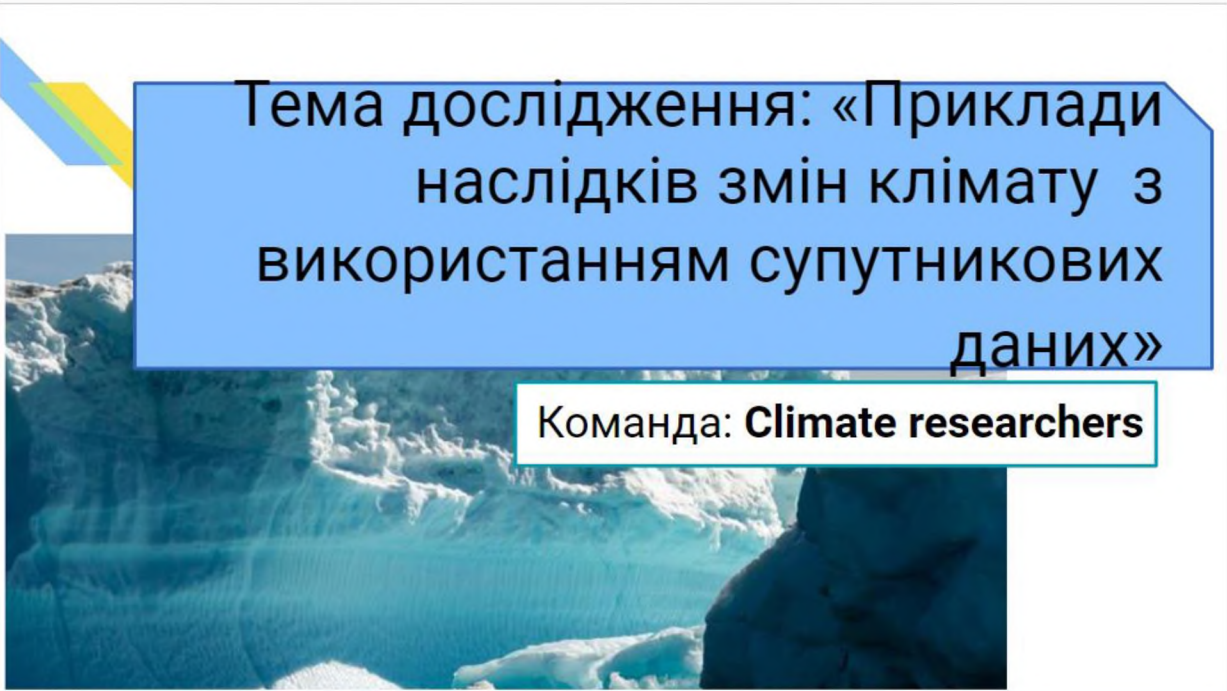
6. Контроль за виконанням цього наказу покласти на заступника директора з навчально-методичної роботи Тетяну ПЕЩЕРІНУ.

Заступник директора
з фінансово-економічних питань




Алла НЕСТЕРЧУК

Приклади групових проєктів учнів
Всеукраїнської літньої школи з основ ДЗЗ



Тема дослідження: «Приклади наслідків змін клімату з використанням супутникових даних»

Команда: **Climate researchers**



Про вибір проблеми

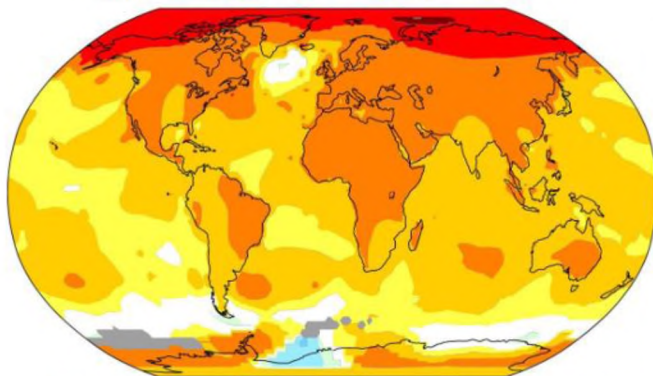
Усі члени команди були стурбовані різними екологічними проблемами. Ми хотіли у презентації за допомогою ресурсів для роботи з супутниковими знімками наглядно показати, як саме змінюється клімат через глобальне потепління. Наша команда вирішила, що найкращими об'єктами для цієї мети будуть льодовики.



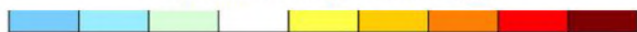
НАСЛІДКИ ЗМІН КЛІМАТУ



Зміна температури за останні 50 років



Порівняння зміни середньої багаторічної глобальної температури за двома періодами: 2011-2021 рр. та 1956-1976 (°C)



-1.0° -0.5° -0.2° +0.2° +0.5° +1.0° +2.0° +4.0°

[<https://uk.wikipedia.org/wiki/>]

За даними супутникової місії GRACE, льодовиковий щит Гренландії **втратив** близько **4 700 гігатонн** льоду з початку вимірювань 2002 року. Одна гігатонна еквівалентна 1 мільярду тонн.

Цієї кількості достатньо, щоб затопити на півметра всю територію Сполучених Штатів.

Льодовиковий щит Гренландії займає чотири п'ятих загальної площі найбільшого острова Землі. Лише Антарктичний льодовиковий щит є більшим за нього.

Зазначається, що **Гренландія особливо постраждала від зміни клімату**, оскільки Арктика вже прогрілася значно більше, ніж будь-який інший регіон на Землі



1. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Google Earth Pro.

- Західне узбережжя острова.

Динаміка танення льодовиків за 20 років отримана в Google Earth Pro

Територія - Уорманський фіорд. Неподалік поселення Ууккусісад (184чол).

Тут знаходиться велика кількість льодовиків різних розмірів та форми.

Довжина танення становить 3,8км



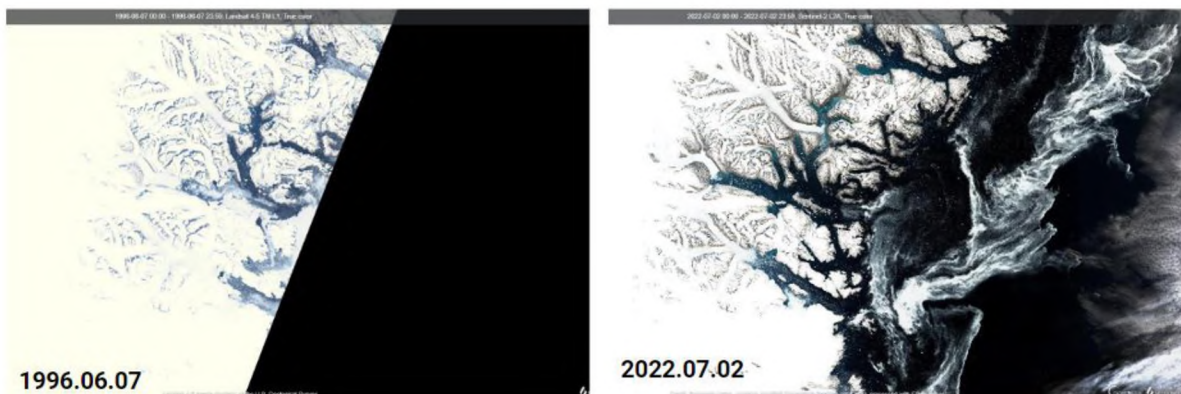
Динаміка танення льодовиків за 36 років отримана в Google Earth Pro

Води Дейвісової протоки. Неподалік острова Диско. Довжина танення становить 2,2 км

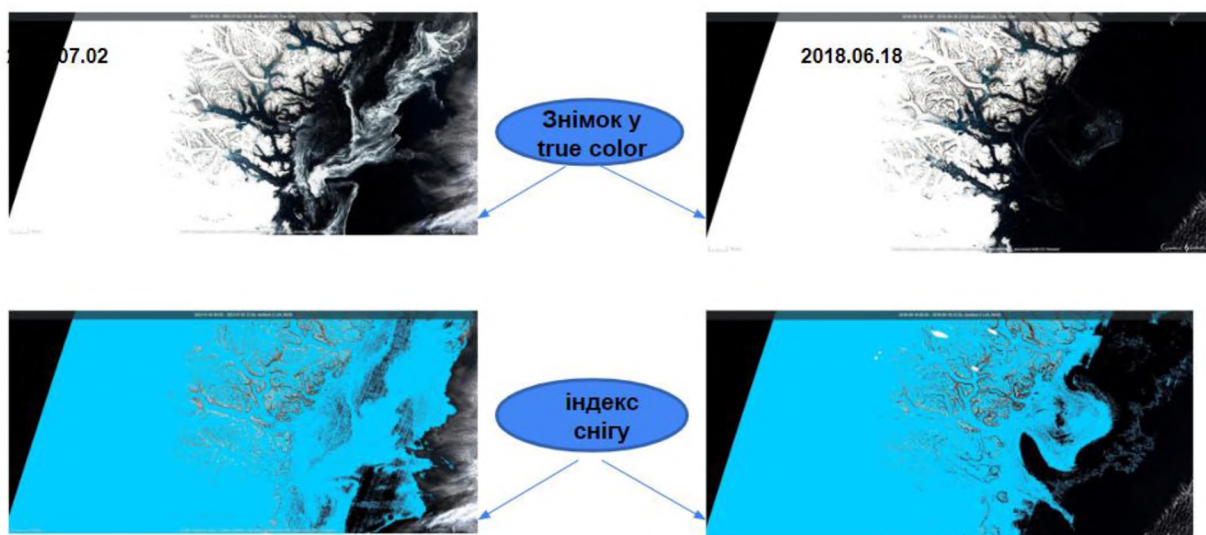


2. Дослідження льодовиків о. Гренландія в EO-browser

Космічний знімок Landsat 5 та Sentinel-2 з відображенням зміни снігового та льодового покриву поблизу Tingmiarmit

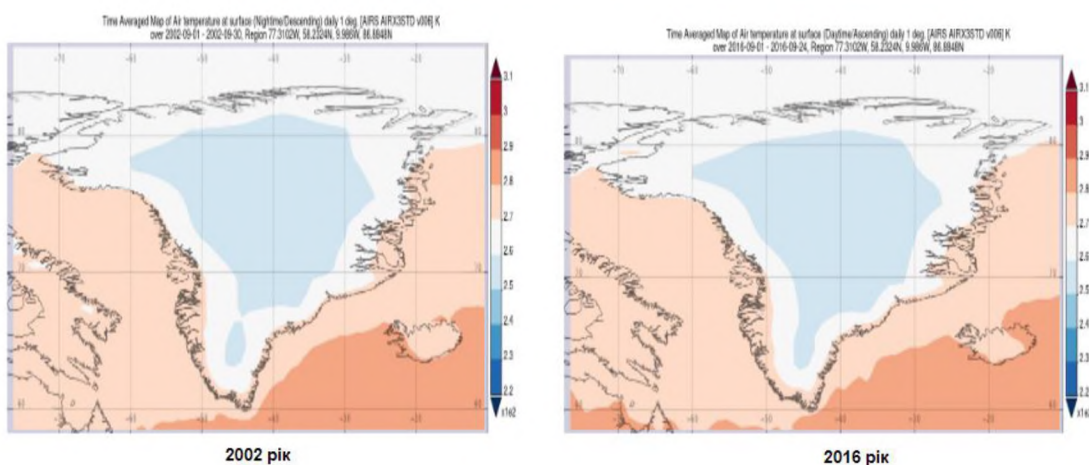


2. Дослідження льодовиків о. Гренландія в EO-browser



3. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Giovanni NASA

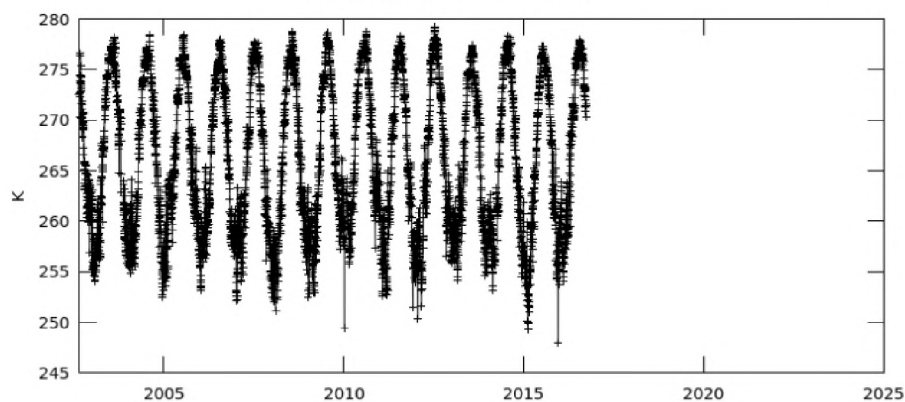
Порівняння температури поверхні (Air Temperature of surface)



3. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Giovanni NASA

Графік змінення температури поверхні (Air Temperature of surface)

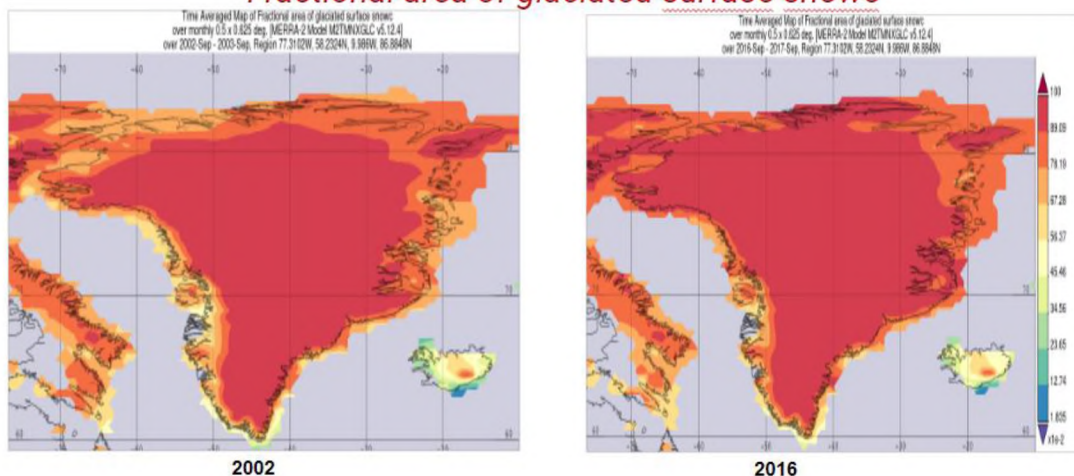
Time Series, Area-Averaged of Air temperature at surface (Daytime/Ascending) daily 1 deg. [AIRS AIRX3STD v006] K over 2002-09-02 - 2016-09-24, Region 77.3102W, 58.2324N, 9.986W, 86.8848N



3. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Giovanni NASA

Порівняння товщини снігового та льодового шарів

Fractional area of glaciated surface showc

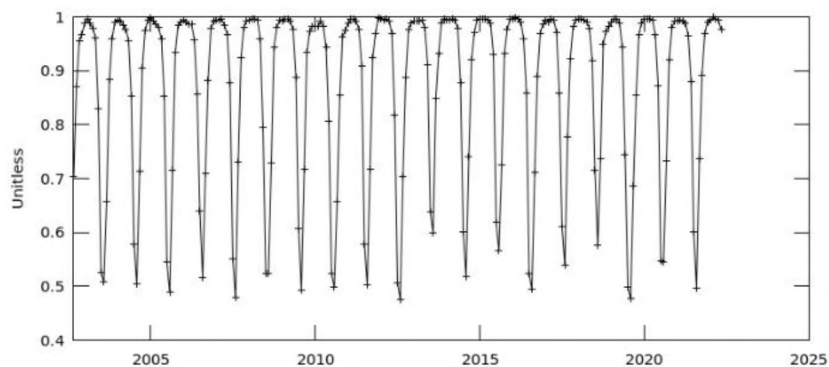


3. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Giovanni NASA

Графік зміни товщини снігового та льодового шарів

Fractional area of glaciated surface showc

Time Series, Area-Averaged of Fractional area of glaciated surface snowcover monthly 0.5 x 0.625 deg. [MERRA-2 Model M2TMNXGLC v5.12.4] over 2002-Sep - 2022-May, Region 77.3102W, 58.2324N, 9.986W, 86.8848N



- The user-selected region was defined by 77.3102W, 58.2324N, 9.986W, 86.8848N. The data grid also limits the analyzable region to the following bounding points: 76.875W, 58.5N, 10W, 86.5N. This analyzable region indicates the spatial limits of the subsetted granules that went into making this visualization result.

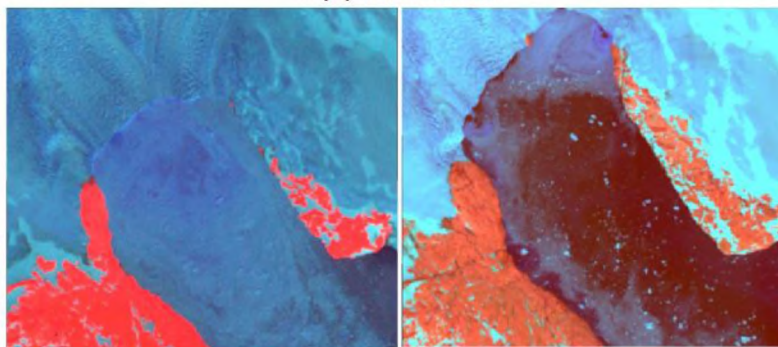
4. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Landsat Explorer



Острів Гренландія з програми Google Earth

ЗМІНИ ЛЬОДОВОГО ПОКРИВУ НА ОСТРОВІ ГРЕНЛАНДІЯ З 1992 р. ДО 2022 р.

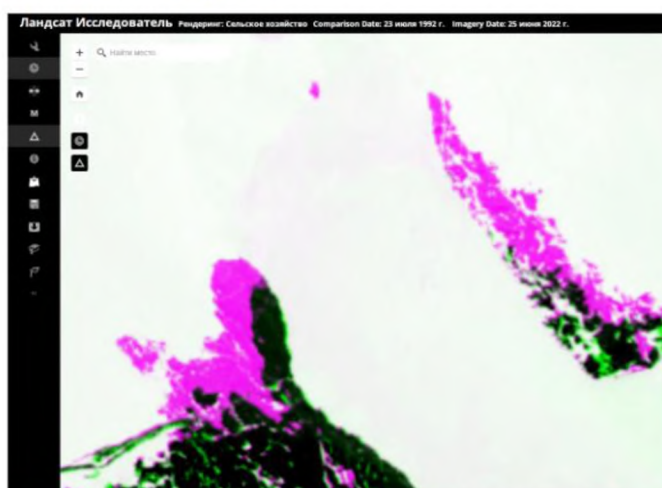
Фрагмент території дослідження за даними з супутників Landsat:



Landsat 5, за 23 липня 1992

Landsat 8, за 25 червень 2022

4. Дослідження льодовиків о. Гренландія в Landsat Explorer



ЗМІНИ ПЛОЩІ ЛЬОДОВОГО ПОКРИВУ НА ОСТРОВІ ГРЕНЛАНДІЯ
З 1992 р. ДО 2022 р. ЗА ІНДЕКСОМ NDWI

1992_07_23:

Площа вільна від льодового покриву складала: **1,343 км²**

2022_06_25:

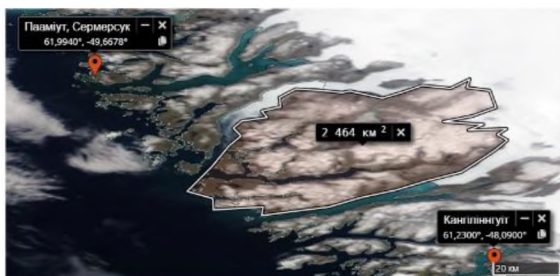
Площа вільна від льодового покриву складала: **2,709 км²**

ВИСНОВОК:

Втрати льодового покриву на конкретному фрагменті території дослідження склали **1.366 км²**, тобто в 2 рази

5. Дослідження льодовиків о. Гренландія в ресурсі WorldView

Порівняння площі ділянки зледенілої території фіордів Гренландії, між містами Пааміут та Кангілінгуїт: 2013 р. – 2021 р.



2013 р.

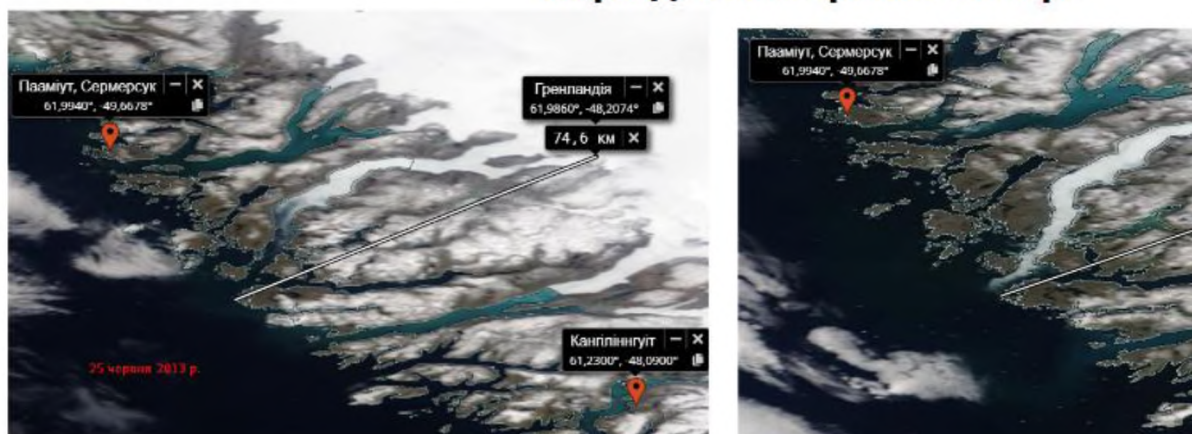


2021 р.

За 8 років територія зазнала деяких змін льодовикового покриву. Спостереження дало можливість порівняти площу і довжину ділянки берегової лінії. Танення льодовиків стало найбільш помітним критерієм, за яким можна визначити наслідки зміни клімату. Цей процес є найбільш наочним свідченням глобального потепління, яке кардинально впливає на всю систему гідроресурсів планети та глобальний клімат.



Ширина ділянки берегової лінії зледенілої території фіордів період з 2013 р. по 2021 р.



Висновки

- На думку вчених нинішнє танення льодовикового покриву, а саме швидкість за якими цей процес відбувається викликане переважно викидами парникових газів. Виконані дослідження показали, що супутникові дані можна вважати правомірними для використання при дослідженні клімату і його змін.
- **Глобальне потепління** - це зміна клімату, яке торкнулося кожного куточка нашої планети. Але більшість людей навіть не замислюються, що проїзд на автомобілі декілька сотень метрів до магазину може спричинити вимирання цілого виду.



Висновки

- Наша команда дослідила зміну клімату з нахилом на льодовики Гренландії: танення льодовиків, підвищення/пониження температури, втрати та зміну рельєфу Гренландії та інші цікаві явища за допомогою ДЗЗ.
- Перспективами дослідження цієї теми - є наглядний доказ поганого впливу людської діяльності на оточуючий світ та клімат
- Також ми хотіли б дослідити як інші антропогенні чинники вплинули на оточуючий світ: різні річки, озера, ставки, ліси, океани, тваринний та рослинний світ та їхні зміни протягом років.

Дякую за
увагу!



Презентація до першої лекції курсу для освітян за темою
«Основи ДЗЗ: історія та практичне застосування»



United Nations
Educational, Scientific and
Cultural Organization

Мала академія наук
України під егідою
ЮНЕСКО

СПЕЦКУРСИ
ВІД ЛАБОРАТОРІЇ "ГІС ТА ДЗЗ"

**лекція 1: Вступ до спецкурсу.
Основи дистанційного зондування Землі
(історичний огляд та основні поняття)**

Спецкурс "Основи дистанційного зондування Землі: історія та
практичне застосування"
2022



Правила вебінару:

- 1. Вимкніть** мікрофон (щоб чути лише організатора/доповідача).
- У Вас є запитання - пишiть **в чат Zoom**. Ми постараємося, якомога швидше відповісти. Якщо потрібна буде відповідь доповідача - він/вона відповість після завершення свого виступу.
- Якщо пропустили/не почули/не встигли тощо. Не хвилюйтеся в кінці вебінару буде відведено **10 хв на консультацію**



Структура вебінару



1. Вступ. Хто ми?
2. Про спецкурс
3. Основи дистанційного зондування Землі (історичний огляд та основні поняття)
4. Приклади практичного застосування даних супутникового моніторингу Землі
5. Виконання практичної частини вебінару

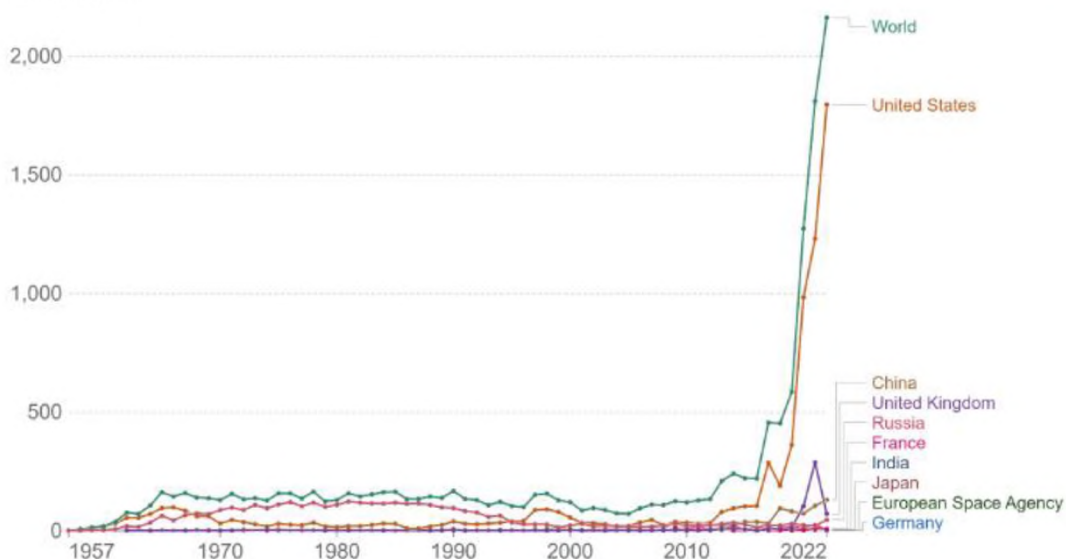
Перший штучний супутник Землі був запущений в **1957** році в СРСР.
З тих пір в космос відправлено понад **8000** супутників.



Annual number of objects launched into space

This includes satellites, probes, landers, crewed spacecrafts, and space station flight elements launched into Earth orbit or beyond.

Our World
in Data



Source: United Nations Office for Outer Space Affairs, Online Index of Objects Launched into Outer Space (2023)

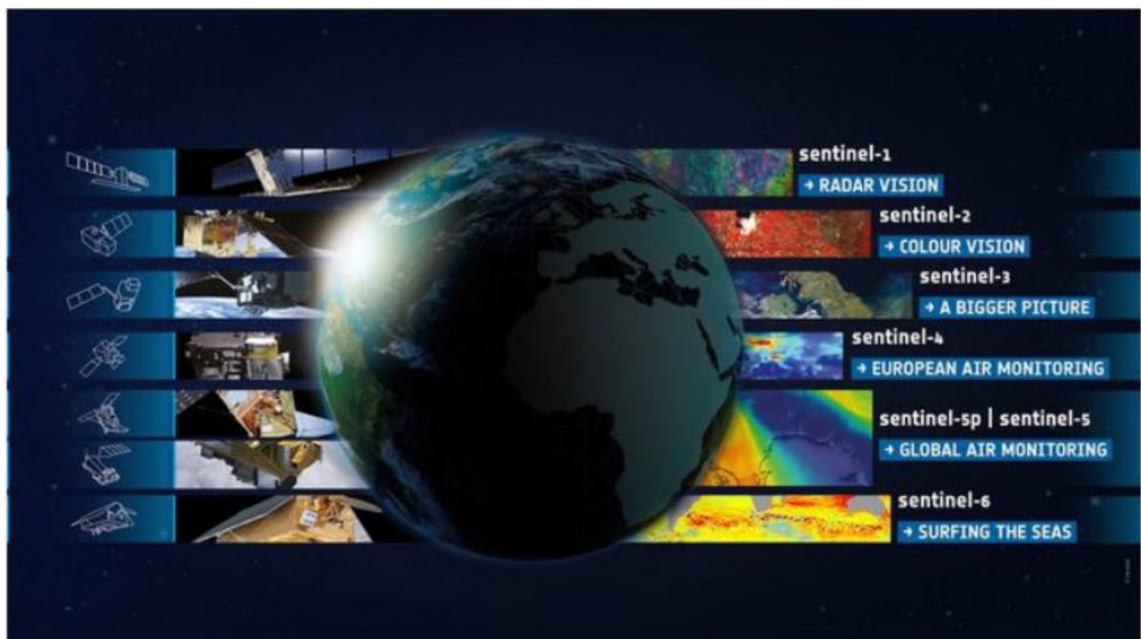
Note: When an object is launched by a country on behalf of another one, it is attributed to the latter.

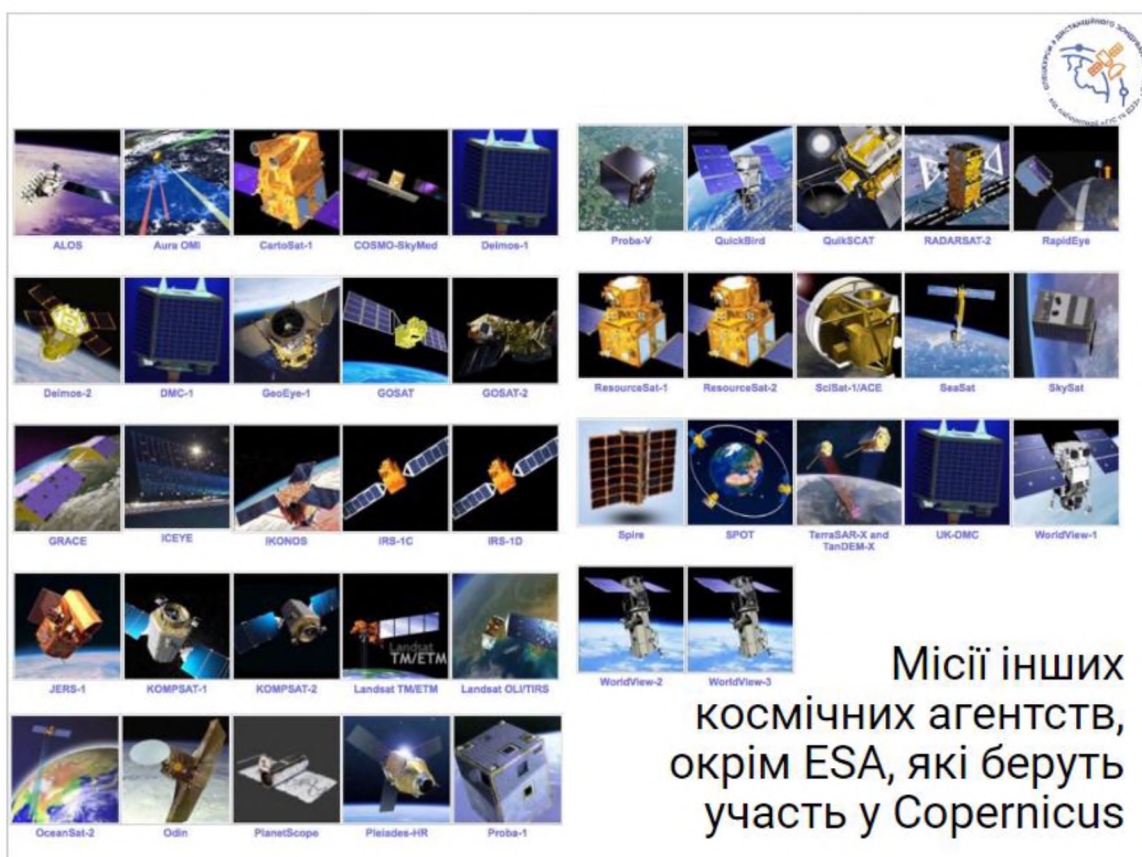
OurWorldInData.org/space-exploration-satellites • CC BY

Сфери застосування Sentinel



Супутники сім'ї Sentinels



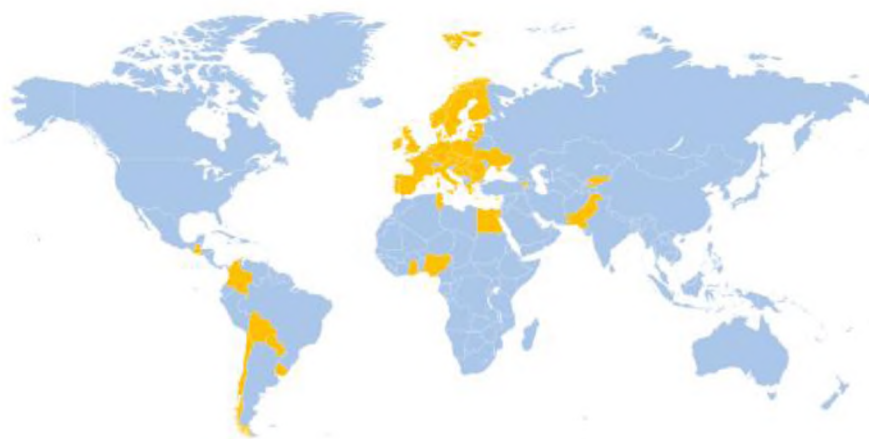


Академія COPERNICUS

Copernicus
Europe's eyes on Earth



Geographical coverage: the Copernicus Academy is distributed across 47 countries on 4 continents, including 20 countries outside the EU.



Africa	5 (3%)
America	15 (7%)
Asia	3 (2%)
Europe	176 (88%)
Oceania	0 (0%)

Академія Copernicus НЦ «МАН України»



У вересні 2018 року НЦ «МАН України» ввійшла до мережі Академій Copernicus і є першою організацією такого роду в Україні.

Головною **місією** Академій Copernicus НЦ «МАН України» є просвітницька, освітня діяльність й наукова практика.



Лабораторія "ГІС та ДЗЗ" - Академія Copernicus МАНУ



У вересні 2018 року НЦ «МАН України» отримала статус Академії Copernicus і є першою організацією такого роду в Україні.

Головною **місією** Академій Copernicus НЦ «МАН України» є просвітницька, освітня діяльність й наукова практика.

Наша команда лекторів цього курсу:

- **Світлана Бабійчук** – канд. пед. наук, завідувач лабораторії ГІС та ДЗЗ НЦ «МАНУ», викладач кафедри ЮНЕСКО НПУ ім. М.П.Драгоманова
- **Ольга Томченко** - (керівник Курсів) канд. техн.наук, методист лабораторії ГІС та ДЗЗ НЦ «МАНУ», н. с. ДУ «ЦАКДЗ ІГН НАН України»
- **Олександр Гордієнко** – методист лабораторії ГІС та ДЗЗ НЦ «МАНУ», м.н.с. ІІТГІП НАН України, спеціаліст з геоінформаційних систем «Sensilize»
- **Степан Пікуль** – методист лабораторії ГІС та ДЗЗ НЦ «МАНУ»
- **Лідія ДАВИБІДА** – методист II категорії лабораторії геоінформаційних систем та дистанційного зондування Землі НЦ «МАНУ», доцент кафедри геотехногенної безпеки та геоінформатики Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, канд. геол. наук.



Основні напрямки роботи лабораторії «ГІС та ДЗЗ»

1. Освітній:

- створення та апробація навчально-методичного забезпечення освітнього процесу
- семінари/вебінари для вчителів
- організація курсів підвищення кваліфікації
- Всеукраїнський конкурс для школярів – «Екопогляд»
- Всеукраїнський конкурс "Save Спадщина"
- Дистанційний курс для школярів
- Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ
- Міжнародні курси з основ ДЗЗ для освітян
- проведення вебінарів з основ ДЗЗ для учнів

2. Науковий: аналіз ефективності наших методик і проєктів



Методологія освітнього процесу

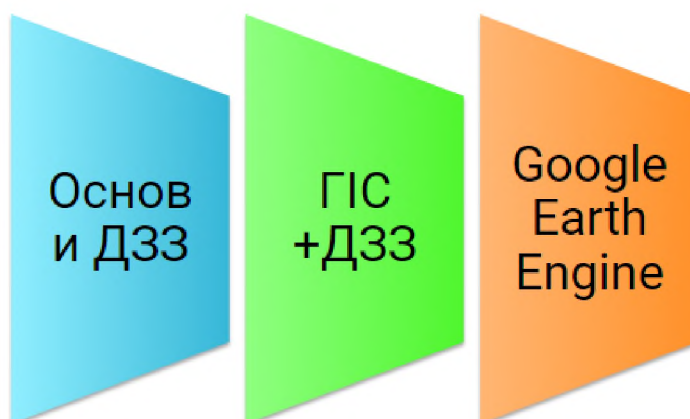


Освітні пакети (українською та англійською мовами)

Рекомендовано до використання [Sentinel Hub](#) (ESA)

Рекомендовано до використання [QGIS](#)

Рекомендовано до використання [Google Earth Engine](#)



Навчально-методичне забезпечення курсу 1 рівень



Рекомендовано Міністерством освіти і науки України (лист від 24.05.19 р. №1/11–4919)



Рекомендовано НМР НЦ «Мала академія наук України» (протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)



Рекомендовано НМР НЦ «Мала академія наук України» (протокол № 4 від 30 вересня 2021 р.)

Навчально-методичне забезпечення курсу 2 рівень



Рекомендовано НМРНЦ «Мала академія наук України» (протокол № 2 від 16 червня 2021 р.)



Рекомендовано НМРНЦ «Мала академія наук України» (протокол № 2 від 16 червня 2021 р.)



Рекомендовано НМРНЦ «Мала академія наук України» (протокол № 2 від 16 червня 2021 р.)

Навчально-методичне забезпечення курсу 3 пакет



Рекомендовано НМР НЦ «Мала академія наук України»
(протокол № 4 від 27 вересня 2023 р.)



Рекомендовано НМР НЦ «Мала академія наук України»
(протокол № 3 від 26 жовтня 2022 р.)



“Схвалено до використання в освітньому процесі” рішенням експертної комісії з позашкільної освіти
(протокол № 4 від 163 грудня 2023 р.)



СПЕЦКУРСИ
ВІД ЛАБОРАТОРІЇ “ГІС ТА ДЗЗ”



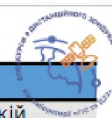
Спецкурс для педагогічних працівників «Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

- Обсяг в годинах та/або кредитах ЄКТС - 45 год.
- Форма підвищення кваліфікації - дистанційна
-

(для співробітників територіальних відділень МАН України – безкоштовно)

Категорія слухачів - педагогічні працівники закладів позашкільної та загальної середньої освіти, зокрема керівники гуртків природничого профілю та вчителі природничих дисциплін

Програма спецкурсу



Тема 1.	Вступне слово. Знайомство зі штучними супутниками
Тема 2.	Оцінка наслідків надзвичайних ситуацій (на прикладі лісової пожежі в Херсонській області)
Тема 3.	Дослідження стану лісового покриву за даними ДЗЗ (на прикладі території Древянського заповідника Житомирської області)
Тема 4.	Дослідження водних об'єктів (на прикладі оцінки динаміки весняного водопілля на півночі Київської і Чернігівської областей)
Тема 5.	Аналіз стану агроландшафтів Вінницької області (на прикладі зміни землекористування в Гайсинському районі)
Тема 6.	Дослідження антропогенних змін природного ландшафту внаслідок бурштинового промислу на Рівненщині
Тема 7.	Дослідження зміни урболандшафтів на прикладі розбудови (зростання) м. Києва
Тема 8.	Знайомство з віртуальним глобусом Google Earth Pro
Тема 9.	Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (на прикладі дослідження обміління Аральського моря)
Тема 10.	Тематичне картографування в програмі Google Earth Pro (виявлення сміттєзвалищ Києво-Святошинського району Київської області)
Тема 11.	Дослідження яружно-балкової системи на прикладі території в районі русла р. Самара, Новомосковського р-н Дніпропетровської області
Тема 12.	Моніторинг стану атмосферного повітря (на прикладі зміни хімічного складу повітря за даними супутника Sentinel-5P)
Тема 13.	Дослідження вулканічної активності (на прикладі виверження вулкана Кілауеа на Гавайях)
Тема 14.	Створення веб-ГІС проєкту (на основі інтернет-сервісу ArcGIS Online)
Тема 15.	Створення карти в сервісі Google My Maps.
Тема 16.	Аерокосмічні приклади змін клімату на сайті НАСА
Тема 17.	Ознайомлення з NASA Worldview (на прикладі зміни світлового забруднення в Україні)
Тема 18.	Знайомство з LandsatLook (на прикладі завантаження супутникового знімка м. Києва)

Робочі документи спецкурсу

Міністерство освіти і науки України
Національний центр «Місія в академії наук України»



Гід

слухача/ слухачки спецкурсу

«Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування»

18 березня – 31 березня 2024 року

Київ
2024



в Гіді слухача під
кожною
практичною
знаходяться
посилання на
форму збору
відповідей на
домашні
завдання та відео
інструкції з
виконання
практичних в
Youtube



НАВЧАЛЬНИЙ ПЛАН

загальна тривалість навчальної програми – 30 годин.

12 годин інтерактивних занять із практичними роботами, 14 годин самостійної роботи, 4 години на захист підсумкових проєктів і тестування.

Матимуть, щоб переглянути відеоінструкцію з виконання практичної роботи в Youtube.

Матимуть, щоб перевірити розроблену форму збору відповідей на домашні завдання і практичні роботи.



Додатково відео-контент за QR кодом

YouTube UA Пошук

ДИСТАНЦІЙНЕ ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ ПРАКТИКУМ

СПЕЦКУРСИ М.З.Н.

0:05 / 5:10

Дослідження стану лісового покриву за даними ДЗЗ

GIS and RS Laboratory - 4/18

1. Знайомство зі штучними супутниками Землі (3:33)

2. Знайомство з EO Browser (5:33)

3. Оцінка наслідків надвичайних ситуацій (3:47)

4. Дослідження стану лісового покриву за даними ДЗЗ (5:11)

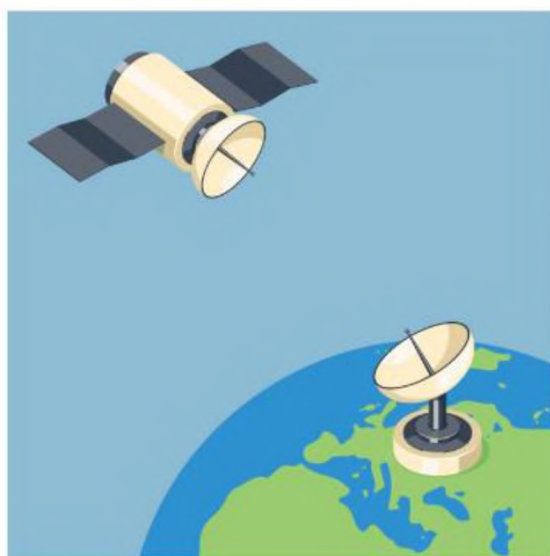
5. Дослідження водних об'єктів

Запис чату вимкнено для цієї прем'єри.

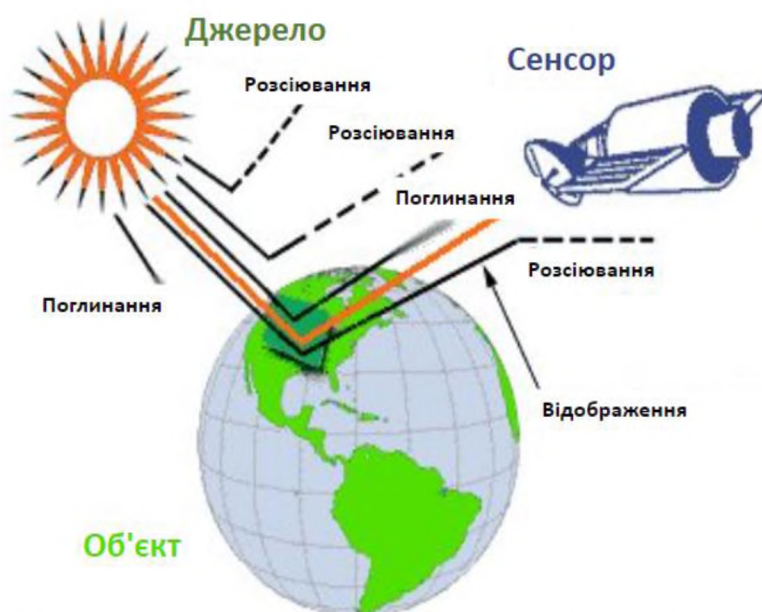
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLbqB1gQogHvvAa1BfF1TQf4NkOvXic3H8>



Дистанційне зондування Землі це вивчення об'єктів не торкаючись їх поверхні.



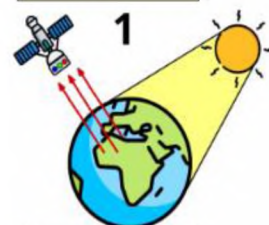
Основні поняття дистанційного Зондування Землі (ДЗЗ)



Загальна концепція отримання космічних зображень Землі

В залежності від сенсорів поділяються на:

Пасивні



Активні

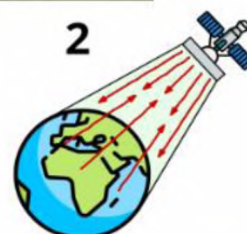
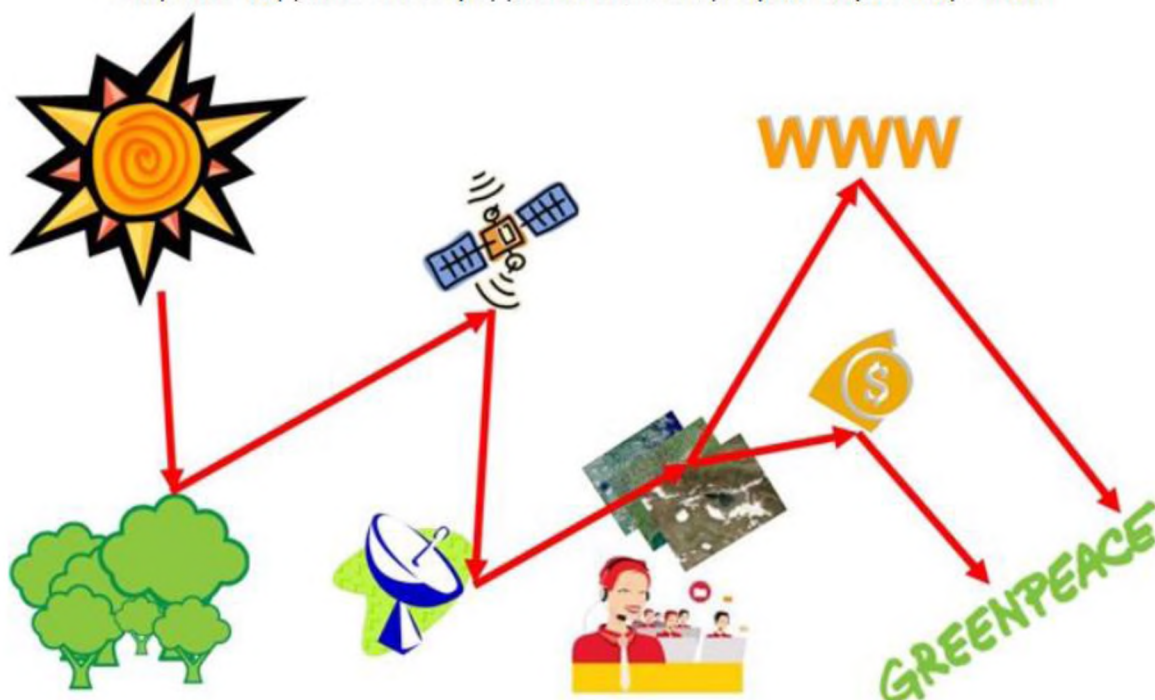


Схема отримання даних ДЗЗ

Відображено процес реєстрування сонячного випромінювання, відбитого від поверхні Землі, сенсором, встановленим на космічному апараті з подальшою передачею на станції прийому та обробки





Для чого?

Людське око не здатне сприймати ЕМВ поза видимим діапазоном спектра

На відміну від комах. Наприклад, бджола «бачить» в ультрафіолетовому, синьому і жовтому діапазонах, але не «бачить» у червоному. Для людини самці і самки метеликів виглядають однаково, але метелики, що сприймають ЕМВ в діапазоні 310 - 700 нм, легко ідентифікують один одного за УФ-маркерами на крилах.

Як бачить квітку?

Людина

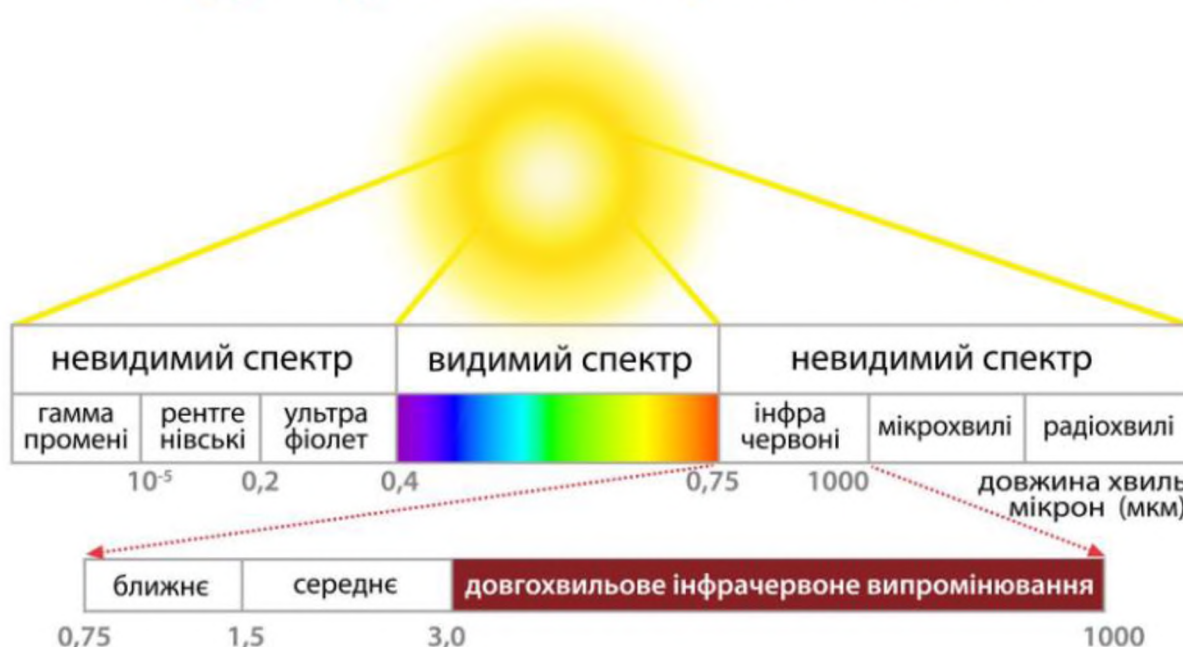


Бджола

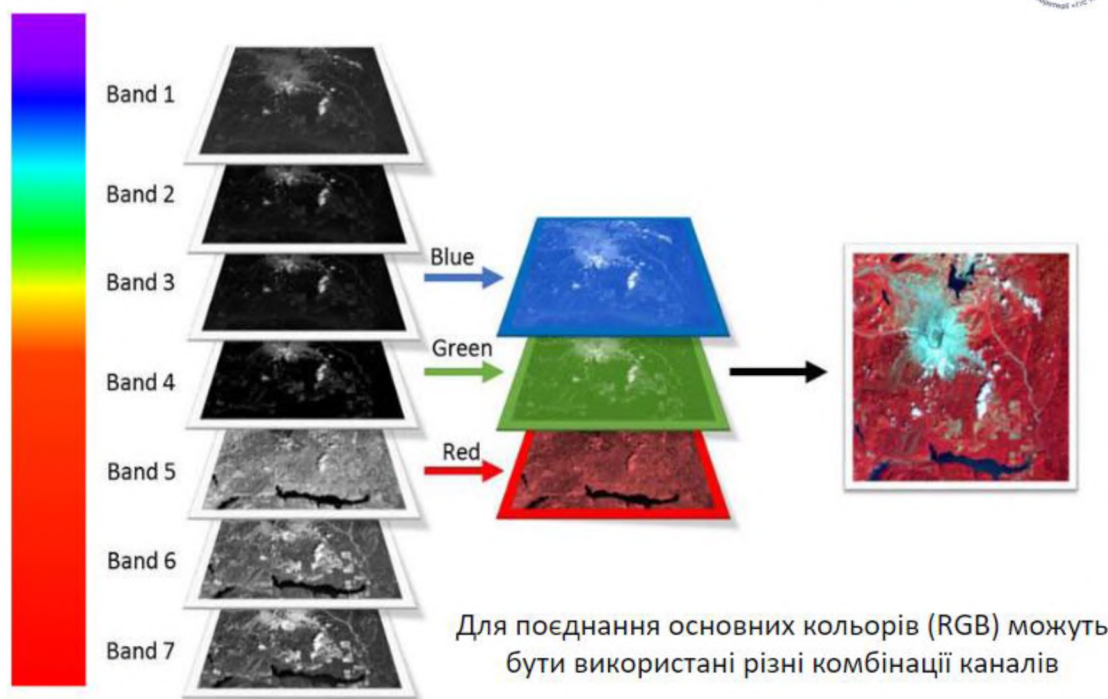


Зйомка фотографу [Craig Burrow](https://www.cpburrows.com/) у техніці UVIVF з ультрафіолетовим світлом
Credit: Craig Burrows <https://www.cpburrows.com/>

Схема поділу спектру інфрачервоного випромінювання



Створення синтезованого космічного зображення



Зображення в природніх кольорах (True color)



Отримуємо при поєднанні червоного, зеленого та синього частин видимої діапазони спектру

Псевдокольорові зображення (False color)



Отримуємо використовуючи ближній інфрачервоний, червоний та зелений діапазони спектру



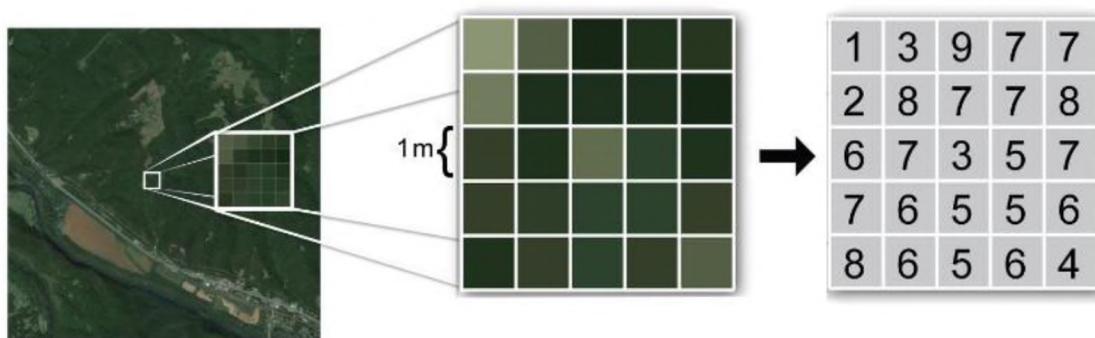
Отримуємо використовуючи ближній та середній інфрачервоний, червоний діапазони спектру



Що таке цифрове зображення?

Растр — засіб цифрового представлення зображення у вигляді прямокутної матриці елементів зображення - пікселів

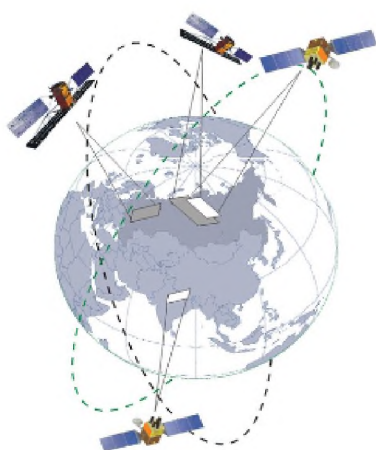
Піксель – це найменший елемент зображення, розміри якого визначають просторове розрізнення зображення



Основні характеристики знімків



Як вибрати потрібний знімок?



- ПРОСТОРОВЕ РОЗРІЗНЕННЯ

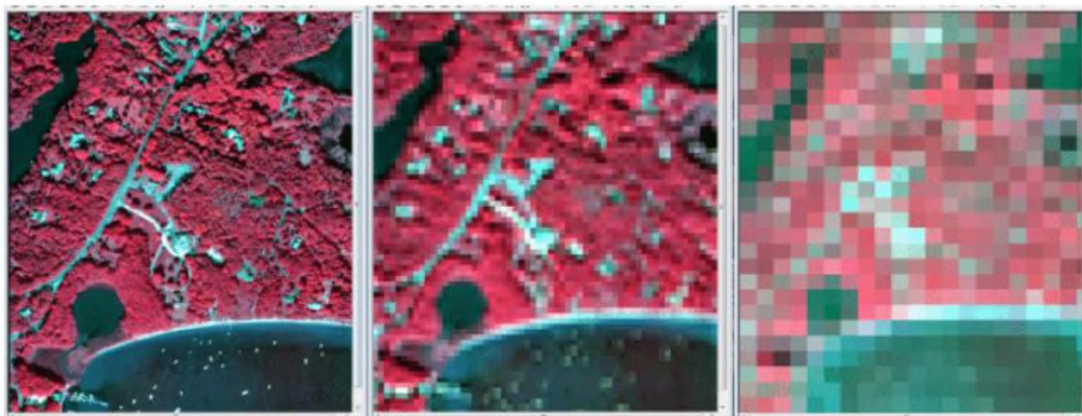
- СПЕКТРАЛЬНЕ РОЗРІЗНЕННЯ

- ТЕМПОРАЛЬНЕ РОЗРІЗНЕННЯ

Просторове розрізнення



- здатність сенсорної системи розрізнати на місцевості об'єкти певних розмірів, як правило вимірюється у метрах. У загальному сенсі - розмір найменшої помітної деталі на знімку. У ДЗЗ розмір площі на земній поверхні



5м

15м

30м

Спектральне розрізнення

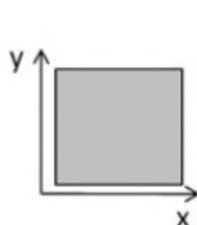


– це здатність сенсорної системи реєструвати електромагнітне випромінювання специфічного частотного діапазону

У залежності від спектрального розрізнення (кількості каналів) сенсорні системи поділяються на:

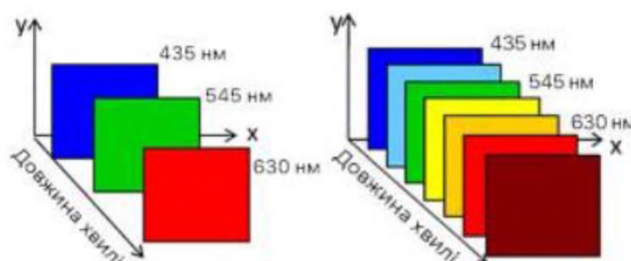
Панхромні

один широкий діапазон
(як правило у видимій області спектру)



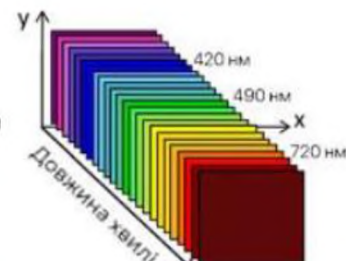
Багато(мульти)спектральні

від 2 до 10 каналів
(видимий, ІЧ, мікрохвильовий, радіо-діапазони)



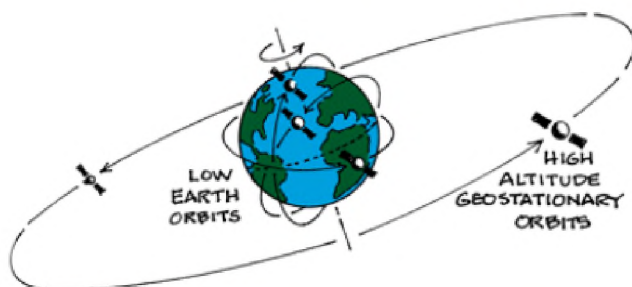
Гіперспектральні

10 каналів і більше
(як правило у видимій і ближній ІЧ області спектру)





Темпоральне (часове) розрізнення



- це проміжок часу між двома зйомками одного і того ж об'єкту.

Для систем супутникового базування темпоральне розрізнення визначається параметрами супутникової орбіти а також смугою огляду сенсору. Чим частіше носій сенсорної системи (літак чи супутник) з'являється над об'єктом, тим вище темпоральне розрізнення.

Супутник	Час
Meteosat	30 хв
NOAA	30 хв
Aqua/MODIS	12 годин
Landsat	16 діб
Sentinel-2	3 доби
PlanetScope	1 доба
RapidEye	1 доба
WorldView	1 доба



Базові дані дистанційного зондування Землі, що знаходяться у вільному доступі з наступних супутників:

	SENTINEL-2	LANDSAT 8
Просторова роздільна здатність	10 м на піксель	30 м на піксель
Періодичність зйомки	5 днів	8 днів
Ретроспективність	з серпня 2015 року	з травня 2013 року

Landsat-8
(одна сцена)

Sentinel-2
(один тайл)

Космічний знімок – це зображення нашої планети отримане за допомогою космічних апаратів, яке містить інформацію про електромагнітне випромінювання (ЕМВ) відбите від різних типів земної поверхні.

Приклади застосування космічних знімків в у різних сферах моніторингу в Україні



Управління надзвичайними ситуаціями



Оцінка наслідків лісової пожежі в Чорнобильському заказнику



під час пожежі 12.04.2020



після пожежі 11.06.2020



Каховська трагедія 2023 року



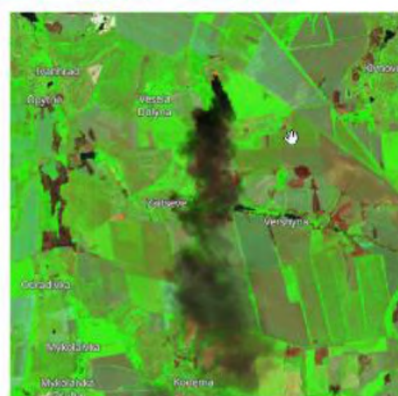
Моніторинг наслідків війни



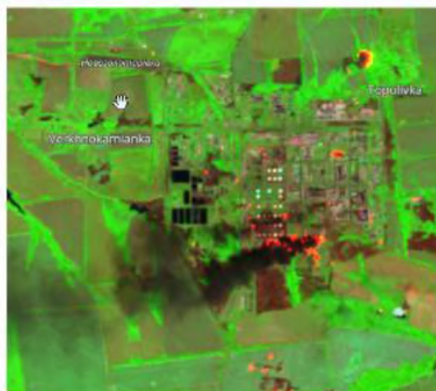
пожежа на
нафтобазі
поблизу міста
Дубно
Рівненської
області,
23.03.2022



пожежа на
електропідстан-
ції поблизу
селища Весела
Долина
Донецької
обл.,
02.07.2022



пожежа на
нафтоперероб-
ному заводі
селища
Верхньокам'янка
Луганської
області,
27.06.2022



пожежа на
газоперероб-
ному заводі
поблизу
селища
Андріївка,
Харківської
обл.,
20.06.2022



Зміни клімату

на прикладі заростання гирлових областей водосховищ



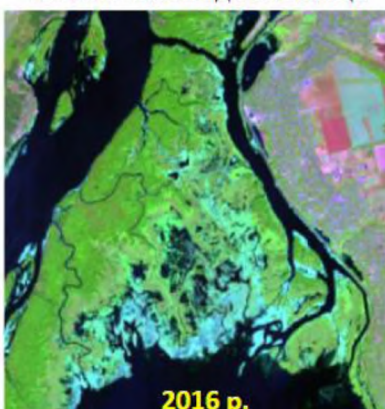
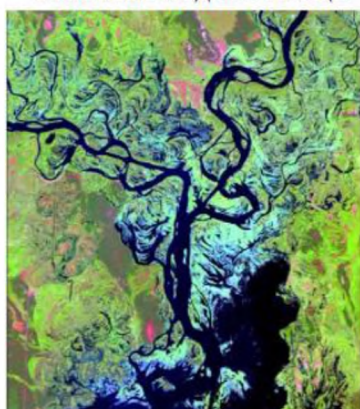
КИЇВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ



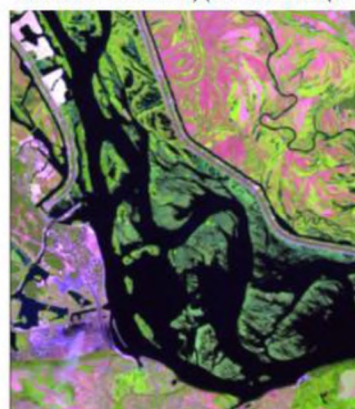
КАХОВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ



КАНІВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

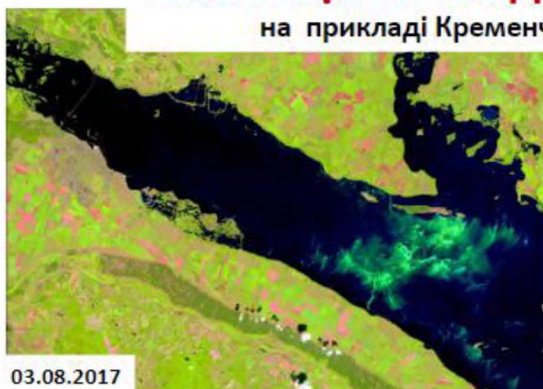


2016 р.



Моніторинг водного середовища

на прикладі Кременчуцького водосховища



03.08.2017



02.09.2017

«цвітіння води»



04.03.2017



11.03.2017

«льодова обстановка»

Моніторинг повеней



зйомка в період максимального водопілля



зйомка в межень

Моніторинг повеней р.Десна у 2015 р.

Моніторинг земель



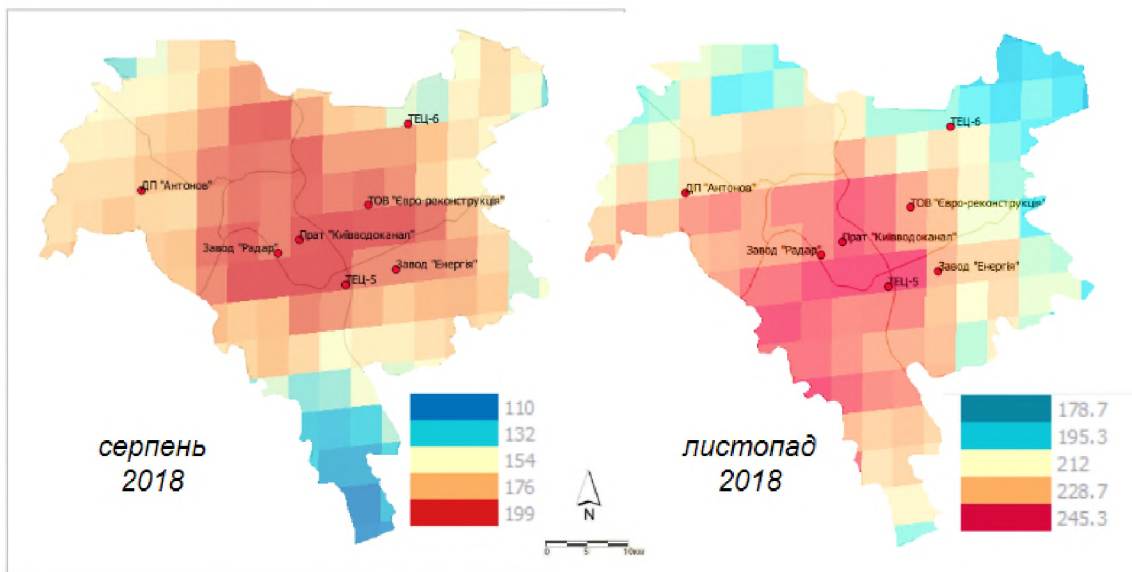
1985 р.



Будівництво масиву Троєщина м.Київ (намивання піску)

2017 р.

Моніторинг атмосферного забруднення



Концентрації NO₂ в атмосферному повітрі м. Києва
за знімками Sentinel-5P



Практична робота №1

Знайомство зі штучними супутниками Землі.
Знайомство з EO Browser (на прикладі завантаження
космічного знімка території м. Києва)

[Відеоінструкції до всіх практичних занять](#)





Питання по практичні роботи

1. Скільки астронавтів сьогодні перебувають на борту Міжнародної космічної станції? З яких вони країн?
2. Знайти ракету з найбільшим періодом обертання, тобто з найбільшою орбітою. Написати її назву, рік запуску, швидкість та період обертання
3. Знайти супутники Sentinel 2A (ESA) і Landsat 8 (NASA), користуючись рядком пошуку у верхньому лівому краю екрана. Написати її назву, рік запуску, швидкість та період обертання
4. Знайти інформацію про один з об'єктів космічного сміття на ваш вибір (підсвічується сірим кольором). Написати його назву, рік запуску, швидкість та період обертання
5. Напишіть яких об'єктів, на вашу думку, є найбільше – супутників, ракет чи космічного сміття навколо Землі?



Дякуємо за увагу!



Контакти для консультацій:
 вайбер група "Спецкурси ДЗЗ/ГІС 20.03.23"

gis_rs@man.gov.ua



Фб-група: **Академія Copernicus МАН України**

Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ (2019 рік)

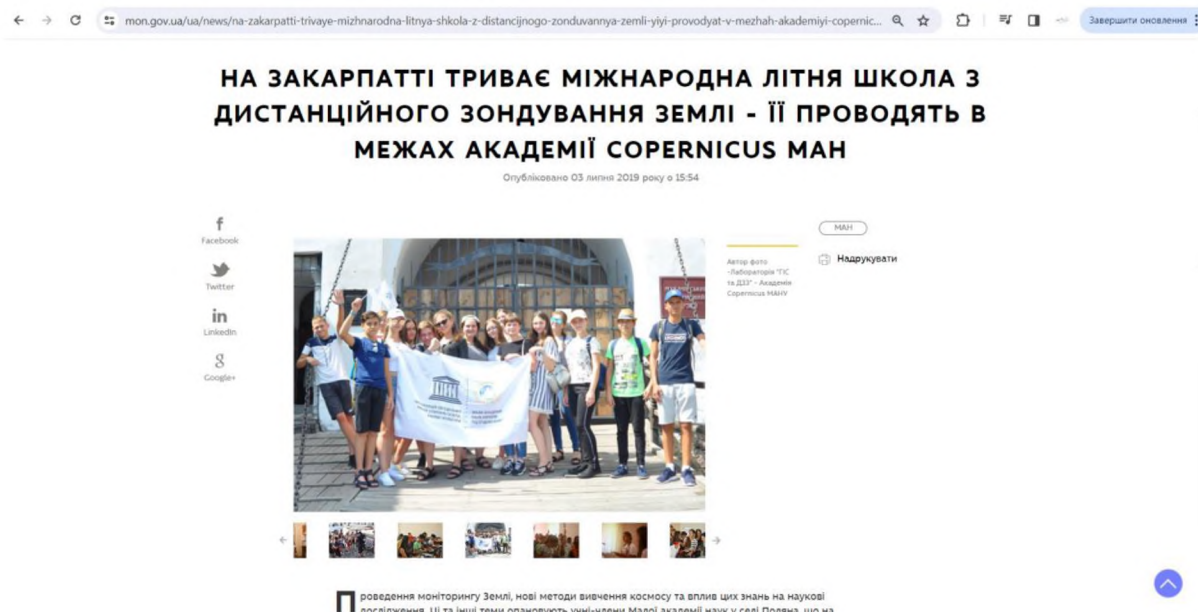
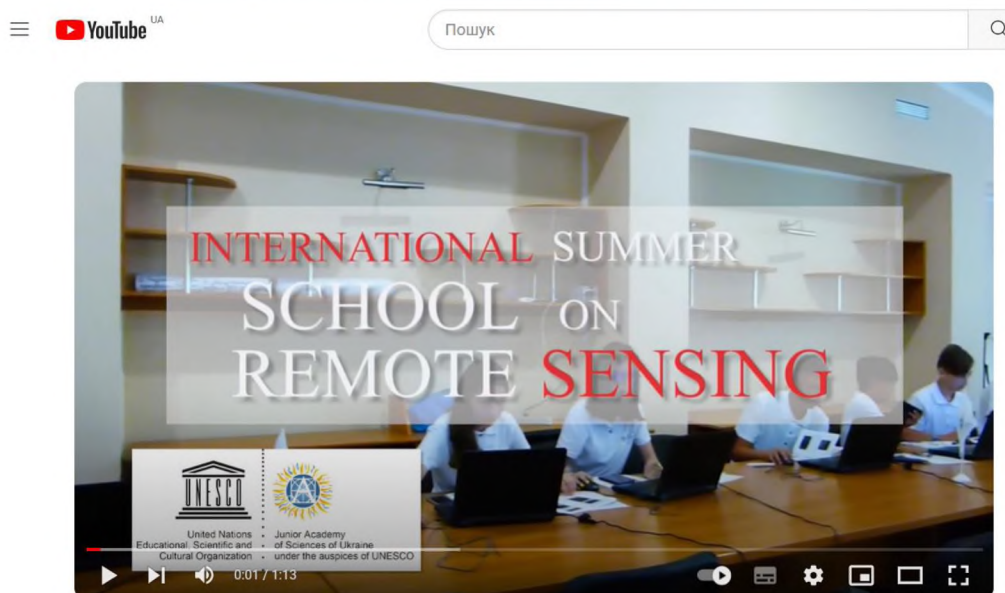


Рис. Скріншот інформаційної статті про захід на сторінці Міністерства освіти і науки України (посилання: <https://mon.gov.ua/ua/news/na-zakarpatti-trivaye-mizhnarodna-litnya-shkola-z-distancijnogo-zonduvannya-zemli-yiyi-provodyat-v-mezhah-akademiyi-copernicus-man>)



International Summer School on Remote Sensing 2019

Рис. Скріншот відеозвіту про захід (посилання: https://www.youtube.com/watch?v=8E5EK_fLYQI)

Приклад учнівського дослідження проєкту

«Міжнародна літня школа з основ ДЗЗ»



Content Outline

- 01 Chosen Problem
- 02 Specific Location
- 03 Objectives
- 04 Use of Remote Sensing
- 05 Remote Sensing Data & Specifics
- 06 Suggestions

Chosen Problem



WILDFIRE DEFORESTATION

Location

Kabayan, Benguet, Philippines



Size of Area

800 - 1000 hectares

Duration of Fire

9-12 days

Cause of Fire

Illegal Logging and
Lack of Rain

Date of Incident

Middle of February 2020



Type of Land Cover:

Pine Forest



Objectives



- 01** To observe the changes in the affected area
- 02** To evaluate the carbon footprint
- 03** To learn how to minimize/prevent future damages

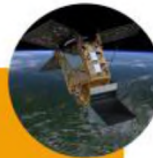
Use of Remote Sensing

How can Remote Sensing help us?



Giovanni
For Atmospheric Gas Data

Sentinel 5p
For Atmospheric Measurements



Sentinel 2



For Optical Data



NDVI
Quantifies Green Vegetation



True Color
Representation of Natural Earth



False Color
Assesses plant Density and Health



False Color (Urban)
Useful for detecting wildfires



NDMI
Assesses Vegetation Water Content and Monitors Drought



SWIR
Estimates how much water is present in plants and soil

Remote Sensing Data

Remote Sensing Data

Sentinel 2



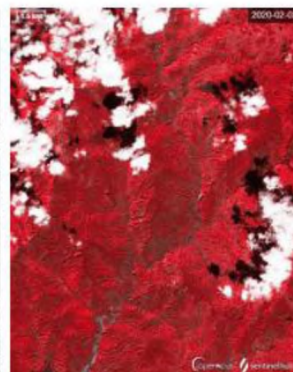
NDVI

From FEB 2-FEB 22, 2020



True Color

From FEB 2-FEB 22, 2020

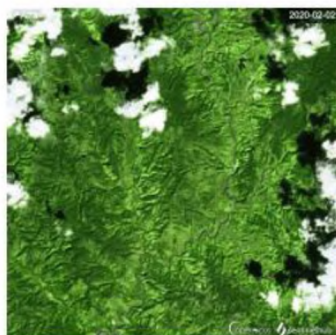


False Color

From FEB 2-FEB 22, 2020

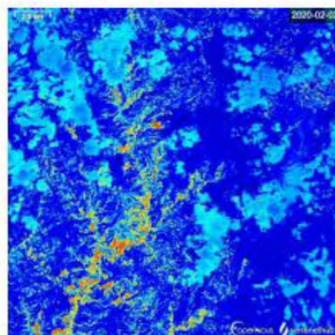
Remote Sensing Data

Sentinel 2



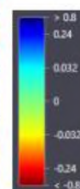
False Color (Urban)

From FEB 2-FEB 22, 2020



NDMI

From FEB 2-FEB 22, 2020



SWIR

From FEB 2-FEB 22, 2020

News Information

Data aligns with news articles

Fire razes pine forest in Benguet

By [Kimberly Quiland - Correspondent](#) / @kquilandENR | [Source: The Philippine Daily Inquirer](#) Feb 27, 2020

BAGUIO CITY — A fire of still undetermined cause has destroyed at least 150 hectares of pine forest in Benguet province, local authorities said on Monday.

Colonel Elmer Bagay, Benguet police director, said the blaze started on February 11 and engulfed forested, bushy, and grassy areas in two villages of Kabayan town.

Inquirer.net

at least 150 hectares



Benguet forest fires raze area bigger than San Juan City

By CNN Philippines Staff
Published Feb 27, 2020 4:08:54 PM

The Environment Department's forest plantation composed of 191.54 hectares of buried samplings and 452.15 hectares of pine forest was among those hit by the fire that burned from February 11 to 18.

CNN

452.15 hectares



Fire destroys 160K trees, saplings at Mount Pulag

By Pipam Luban
February 25, 2020, 9:13 am
LA TRINIDAD, Benguet – An eight-day forest fire at the “playground of the gods”, Mount Pulag, in Kabayan town razed 191.54 hectares planted with trees, killing a total of 160,547 trees and saplings under the Expanded National Greening Program (ENGP) of the Department of Environment and Natural Resources (DENR).

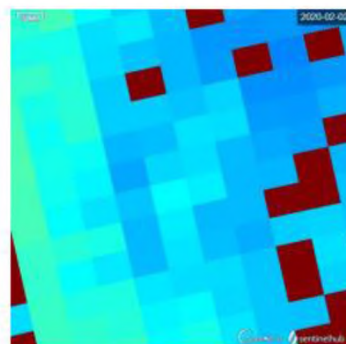
Office of Civil Defense - Cordillera Administrative Region and Disaster Risk Reduction Management Council chairman Albert Mogol on Tuesday said the fire started on February 11 which it was only able to contain on February 18.

PNA

Almost 900 hectares

Remote Sensing Data

Sentinel 5P



Carbon Monoxide

From FEB 2-FEB 29, 2020

Analysis of Vegetation

What did we discover



NDVI

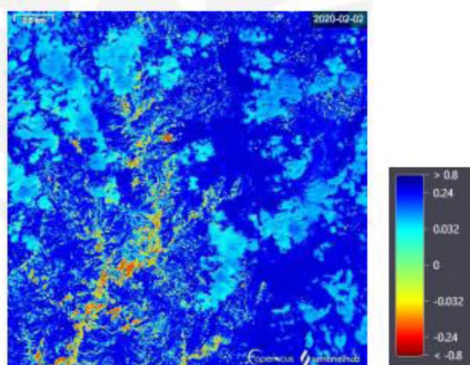
From FEB 2-FEB 22, 2022



0.58 DECREASE IN NDVI DURING FIRE **0.36**
FEB 7 FEB 12

Analysis of Moisture

What did we discover



NDMI

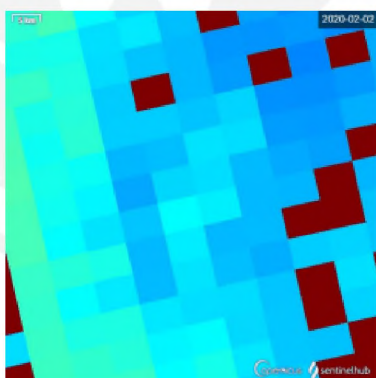
From FEB 2-FEB 22, 2022



0.21 DECREASE IN NDMI DURING FIRE **0.07**
JAN 8 MAR 23

Analysis of Atmosphere

What did we discover



Carbon Monoxide

From FEB 2-FEB 29, 2020



0.02
FEB 4

INCREASE IN CO DURING FIRE

0.03
FEB 12

Suggestions

What can we do to improve the situation?

- Stop Illegal Logging
- Work with the locals
- Plant more trees
- Raise Awareness

To Sum It Up

Summary



Evidence of Deforestation

There was a significant loss of vegetation and forest.

Spike in CO

There was a spike in the presence of Carbon Monoxide.



Suggestions

There is a need to act.



ABELLO



DONELO



FLORES



PACLIBAR

THANKS

For Listening to
TEAM 1 PHILIPPINES

Постери учасників III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту наукового дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у секції «ГІС та ДЗЗ»

ВОЛІНСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАН УКРАЇНИ

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА ЗМІН У ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННІ ПРИКОРДОННЯ УКРАЇНИ ТА ПОЛЬЩІ ЗАСОБАМИ ДЗЗ

Семенюк Мілана Анатоліївна,
учениця 11 класу
ліцею №1 смт Ратне ім. В.Газіна
Ратнівської селищної ради

Наукові керівники:
Кожешок М.В., учитель географії
ліцею №1 смт Ратне ім. В.Газіна Ратнівської селищної ради;
Фелонюк М.А., к.г.н., доцент ЛНТУ

МЕТА РОБОТИ

вивчити зміни у землекористуванні прикордоння України та Польщі з 1930 по 2020 рік за даними ДЗЗ, обґрунтувати можливість їх застосування для потреб моніторингу.

ОБ'ЄКТ

земельні ресурси Ратнівської ТГ і Ленчівського повіту.

МАТЕРІАЛИ

програма Google Earth Pro; сервіси автоматичної класифікації OSM Landuse Landcover, Global Land Cover, ArcGIS Online; публічна кадастрова карта України.

ЗАВДАННЯ РОБОТИ

- визначити особливості ГІС та ДЗЗ технологій, що зумовлюють ефективність їх використання у вивченні питань землекористування та територіального планування;
- проаналізувати теоретичні та методологічні засади застосування методів ДЗЗ для вивчення динаміки землекористування;
- розробити алгоритм використання даних ГІС-ДЗЗ для моніторингу стану земель досліджуваних територій;
- дослідити особливості зміни структури земельних ресурсів у розрізі типових ділянок та проаналізувати їхні наслідки.

ПРЕДМЕТ

особливості землекористування та тенденції динаміки структури земельних ресурсів на досліджуваних територіях.

МЕТОДИ

статистичний, описовий, узагальнення та систематизації, порівняльний, картографічний, математичний, аерофотоїчний, метод ДЗЗ та системно-структурний аналіз.

ХІД РОБОТИ




Рис. 1. Скріншот програмного інтер'єру (сервіс Польщі 1930 р.) у програмі Google Earth Pro (наскринок автора)




Рис. 2. Побудована власна тематична ділянка з використанням інструменту «Вибрати» (скріншот «Вибрати пункт») (наскринок автора з сервісу Google Earth Pro)




Рис. 3. Різноманітні земельні ресурси у зображенні частини Ленчівського повіту, 2020 рік (розроблено автором в онлайн-сервісі OSM Landuse Landcover)




Рис. 4. На вибітійшій території ділянка в онлайн-сервісі OSM Landuse Landcover (наскринок автора)

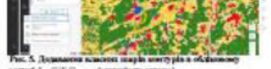


Рис. 5. Динаміка власних тематичних ділянок у об'єктовому сервісі ArcGIS Online (наскринок автора)

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

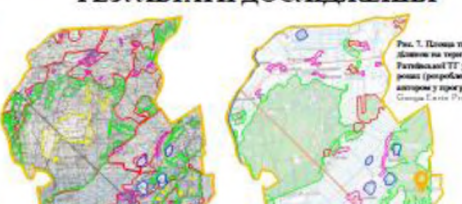




Рис. 6. Площа типових ділянок на території Ратнівської ТГ у 1930-х роках (розроблено автором у програмі Google Earth Pro)



РОЗПОДІЛ КОМПЛЕКСІВ ПО РАТНІВСЬКІЙ ТГ, 1930

ліс	27%
болото	22%
с/г угіддя	18%
васелині пункти	12%
інше	11%
агролісія	2%



РОЗПОДІЛ КОМПЛЕКСІВ ПО ЛЕНЧІВСЬКОМУ ПОВІТУ, 1930

ліс	54%
болото	22%
с/г угіддя	18%
васелині пункти	12%
інше	11%
агролісія	2%




Рис. 8. Площа типових ділянок на території Ленчівського повіту в 1936-х роках (наскринок автора з сервісу Google Earth Pro)




Рис. 9. Порівняння сформованих площ ділянок на території Ленчівського повіту (розроблено за автоматичною класифікацією Landsat-2)




Рис. 10. Порівняння сформованих площ ділянок на території Ратнівської ТГ (розроблено за автоматичною класифікацією Landsat-2)

ВИСНОВКИ

- Встановлено, що найкращими онлайн-сервісами для дослідження змін у землекористуванні є Google Earth Pro, ArcGIS Online, Global Land Cover, OSM Landuse Landcover.
- Розроблено власний алгоритм оцінки землекористування, який ґрунтується на порівнянні контурів типових ділянок на різних часових картах та космічних знімках, просторово прив'язаних у ПС-програмі.
- Завдяки сервісу Google Earth Pro встановлено, що в 1930-х роках на території Ратнівської ТГ найбільшу площу займали болота, заболочені землі та ліси, а на території Ленчівського повіту ліси займали 54 км² а найбільше припадало на с/г угіддя, що свідчить про кращі природні умови для землеробства. Найменшу – на території повіту та громади займали озера Суттєву різниці видно щодо населених пунктів. На території Ратнівської ТГ їх нараховувалось 22, а на території Ленчівського повіту – 139.
- Завдяки сервісу OSM Landuse Landcover та Google Earth Pro досліджено, що у 2010-2020 роках на території Ратнівської ТГ відбулися подібні зміни в структурі земельних ресурсів. Звичайно зменшилася площа боліт, натомість збільшилася площа с/г угідь. Кількість населених пунктів та ж, а площа їх зростає. Площі лісів та водойм майже не змінилися. На території Ленчівського повіту теж є суттєві зміни. Збільшилася площа лісів, боліт, водойм, що свідчить про зменшення антропогенного навантаження на природні комплекси. Натомість зменшилася площа населених пунктів та с/г угідь.
- У майбутньому результати досліджень можуть бути використані для уточнення планів соціально-економічного розвитку громади, а також для створення ефективної технології моніторингу використання земель за призначенням.



Львівське територіальне відділення Малої академії наук України

Новітні втрати лісового покриву в Українських Карпатах

Роботу виконала: Яворська Наталія Миколаївна, учениця 9 класу Стебницької гімназії № 11 імені Тараса Зозулі Дрогобицької міської ради, місто Стебник.

Науковий керівник: Круглов Іван Станіславович, д. геогр. н., завідувач кафедри геоecології і фізичної географії, Львівського національного університету імені Івана Франка.

Актуальність:

Карпати є основним лісовим регіоном Європи, який зазнає рубок лісу. Існують суперечливі погляди на обсяги втрат лісового покриву Українських Карпат.

Мета:

Вивчити втрати лісового покриву (ВЛП) Українських Карпат (УК) на підставі загальнодоступних глобальних геоданих, здобутих за допомогою геотеледетекції.

Завдання роботи:

1. Освоїти основні функції програмного забезпечення ArcGIS Desktop, зокрема ArcMap.
2. Ознайомитись із загальнодоступними геоданими, які відображають межі УК та динаміку ВЛП.
3. Імпортувати ВЛП у ПС та перепроєктувати до єдиної системи координат, зручної для аналізу.
4. Здійснити оверлейний аналіз та розрахувати ВЛП протягом 2001-2021 рр.
5. Імпортувати дані в MS Excel, побудувати гістограму розподілу ВЛП за роками, визначити їхні середньорічні обсяги та лінійний тренд протягом 2001–2021 рр.



Рис. 1. Втрати лісового покриву протягом 2001–2021 рр. Українських Карпат.

Об'єкт дослідження:

Українські Карпати як український сектор транскордонного Карпатського екорегіону.

Предмет дослідження:

Втрати лісового покриву в межах українського сектора транскордонного Карпатського екорегіону протягом 2001-2021 рр.

Методи дослідження:

Оверлейний аналіз у середовищі ПЗ ArcGIS.

Матеріали дослідження:

Растрові геодані втрати лісового покриву [Hansen et al., 2015], векторні геодані меж українського сектора Карпатського екорегіону [Круглов, 2008].

Хід дослідження:

1. За допомогою ПЗ ArcMap опрацьовано два набори геоданих.
2. Векторні геодані мезоecорегіонів об'єднали в один єдиний полігон Українських Карпат.
3. Растрові геодані «втрата деревного покриву» імпортували в ПС та перепроєктували в єдину систему координат WGS84, UTM Zone 34.
4. За допомогою операції CLIP – отримали геодані, які відображають втрати лісового покриву тільки в Українських Карпатах.
5. Створили додаткове поле в атрибутивній таблиці, розрахували площу втрат лісового покриву за роками в гектарах (га).
6. Імпортували в MS Excel, побудували гістограму розподілу площ в га за роками, визначили їхні середньорічні обсяги та лінійний тренд протягом 2001–2021 рр.

Результат:

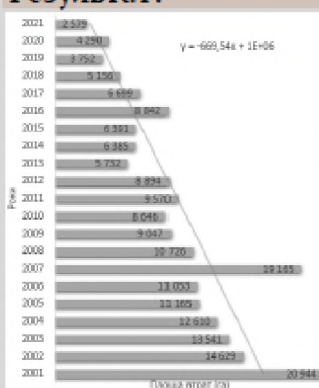


Рис. 2. Розподіл втрат лісового покриву (га), 2001-2021 рр.

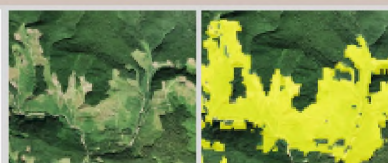


Рис. 3. Візуалізація геометричної точності відображення «втрата деревного покриву».

- Щорічні ВЛП коливаються від 2 579 га у 2021 р. до 20 944 га у 2001 р.
- Найбільші втрати були в 2001 р., які становили 20 944 га, а найменші втрати в 2021 р. і становили 2 579 га.
- Середні ВЛП на рік становили 10 178 га.
- Згідно з лінійним трендом щорічне зменшення ВЛП становило 670 га.
- Застосування вираженого тренду зменшення втрат лісового покриву протягом 2001-2021 рр.
- Геодані ВЛП можуть бути не цілком точними через посередство геометричного розділення та особливості автоматизованого опрацювання.

Висновок:

1. ArcGIS Desktop є ефективним інструментом аналізу геоданих.
2. Ознайомлення з растровими геоданими ВЛП зі сайту Global Forest Change показало, що ресурс дає змогу здійснювати регіональний моніторинг лісозаготівлі з часовим кроком в один рік. Векторні геодані «Мезоecорегіонів Українських Карпат» є важливим джерелом для визначення точних меж УК.
3. Система координат WGS84, UTM Zone 34 є оптимальною для опрацювання тематичних геоданих для території УК.
4. Оверлей у середовищі ПЗ ArcMap геоданих дав змогу визначити значення площ ВЛП за роками для УК в атрибутивній таблиці.
5. Імпорт в MS Excel дозволив візуалізувати отриману інформацію у вигляді гістограми розподілу ВЛП УК за роками, визначити середньорічні ВЛП та лінійний тренд. Загалом, втрати лісового покриву поступово зменшуються в Українських Карпатах.

Полтавське територіальне відділення МАН



ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЦВІТІННЯ ВОДИ В КАМ'ЯНСЬКОМУ ВОДОСХОВИЩІ ЗАСОБАМИ ГІС ТА ДЗЗ



Роботу виконав: Пуденко Андрій Павлович, учень 9 класу, Полтавського ліцею імені А. С. Макаренка
Полтавської обласної ради
Науковий керівник: Глухота Віталій Олександрович, учитель географії, Полтавського ліцею імені А. С. Макаренка
Полтавської обласної ради

Мета: проаналізувати особливості цвітіння води в Кам'янському водосховищі з використанням методів ГІС та ДЗЗ.

Об'єкт: процес цвітіння води

Предмет: дослідження процесу цвітіння води в Кам'янському водосховищі

Методи: аналіз, синтез, методи ГІС та ДЗЗ, математичний, картографічний

Завдання

✓ Вивчити наукові засади явища евтрофікації.

✓ Дослідити особливості цвітіння водойми, її зв'язок з температурою води та наслідки для Кам'янського водосховища за період 2020-2022 рр., використовуючи методи ГІС та ДЗЗ.

✓ Обґрунтувати доцільність використання методів ГІС та ДЗЗ для визначення цвітіння водойм.

✓ Охарактеризувати основні заходи щодо подолання наслідків цвітіння води на прикладі Кам'янського водосховища.

Результати та висновки роботи

Масштаби цвітіння води в Кам'янському водосховищі за даними супутника Landsat-8



Рис. 1. Знімок за 25 серпня 2022 р. супутника Landsat-8 в комбінації True color

Залежність між температурою та цвітіння води за даними супутника Landsat-8 за 23 серпня 2021 року



Рис. 3. Температура води Кам'янського водосховища за даними супутника Landsat-8 за 23 серпня 2021 р.



Рис. 4. Індекс NDAI



Рис. 9. Цвітіння Кам'янського водосховища поблизу м. Кам'янське
Джерело <http://auri.li/okogu>

Часовий розподіл індексу NDVI в Кам'янському водосховищі



Рис. 2. Графік NDVI за період з 26 серпня 2021 р. по 26 серпня 2022 р. Landsat-8

Кореляційний звіт залежності між індексами цвітіння та температурою води за даними супутника Landsat-8 за 23 серпня 2021 р.

	X1 - B10	X2 - B11	X3 - NDVI	X4 - NDAI	X5 - NDTI
X1 - B10	1				
X2 - B11	0,956	1			
X3 - NDVI	0,612	0,589	1		
X4 - NDAI	0,501	0,491	0,901	1	
X5 - NDTI	0,384	0,381	0,536	0,596	1

Методи боротьби з явищем цвітіння води

Фізичні методи:

- ультразвук.

Біологічні методи:

- ячмінна солома;
- глина.

Хімічні методи:

- сульфат міді;
- озон.

Механічні методи:

- фітомеліорація;
- біомеліорація;
- внесення мікроскопічних організмів;
- механічне видалення водоростей;
- застосування аерації.

Політичні методи:

- законодавча заборона на виробництво та використання фосфатних миючих засобів;
- правове регулювання кількості біогенних елементів при скиданні стічних вод;
- проведення інформаційних кампаній серед населення щодо цвітіння водойм та їх наслідків

Процес заростання Кам'янського водосховища станом на 23 серпня 2021 р.



Умовні позначення:
— коли діяло призначення
S = 1,2 км² площі заростання

Методи боротьби з явищем цвітіння води



Рис. 7. Цвітіння води біля м. Кам'янське джерело <http://auri.li/okogu>

Процес заростання Кам'янського водосховища станом на 23 серпня 2021 р.



Умовні позначення:
— коли діяло призначення
S = 1,2 км² площі заростання

Методи боротьби з явищем цвітіння води



Рис. 8. Цвітіння річки Дніпро. Фото Віталій Носач, РБК-Україна

Процес заростання Кам'янського водосховища станом на 23 серпня 2021 р.



Умовні позначення:
— коли діяло призначення
S = 0,9 км²
S = 2,3 км²

СУМСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
ДИНАМІКА ЗМІНИ ЗАБУДОВИ МІСТА СУМИ
(ЗА ДАНИМИ РІЗНОЧАСОВИХ ДИСТАНЦІЙНИХ ЗНІМКІВ)

Борисенко Олександра Валентинівна, учениця 10 класу Лебединського закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 7.
Наукові керівники: Авраменко Віта Василівна, керівник гуртка КЗ Сумської обласної ради – обласного центру позашкільної освіти та роботи з талановитого молоддю; Вазова Тетяна Василівна, вчитель географії Лебединського закладу загальної середньої освіти І-ІІІ ступенів № 7.

Мета дослідження – визначити особливості забудови міста Суми та приміської зони з використанням різночасових супутникових знімків та геоінформаційних систем.

Об'єкт дослідження: місто Суми Сумської області.
Предмет дослідження: забудова міста Суми Сумської області за даними різночасових дистанційних знімків.

Виходячи з поставленої мети завданнями наукового дослідження є:

1. проаналзувати статистичну та фонову літературу стосовно розвитку урбанізаційних процесів території дослідження;
2. дослідити особливості обробки та аналізу даних дистанційного зондування Землі у сфері дослідження забудови міст;
3. проведення комплексної оцінки забудови міста Суми та приміської зони за період з 1984 по 2022 рік з використанням даних дистанційного зондування Землі та геоінформаційних технологій.

Методи дослідження:
метод діалектики (для формування загальної ідеї дослідження, визначення етапів виконання дослідження); **метод аналізу умов** (для дослідження окремих аспектів процесу урбанізації (суспільних, економічних, демографічних, екологічних), їх об'єднання у єдиний предмет дослідження); **методи дистанційного зондування Землі** (пошук, візуалізація, завантаження та аналіз різночасових космічних знімків території дослідження); **GIS-методи** (векторизація растру, обчислення площі використаних земель, житлової забудови, обчислення окремих індексів); **статистичні** (обчислення результатів); **лінійні / картографічні** (представлення результатів дослідження).



Рис. 1. Алгоритм виконання процесу та його основні етапи



Рис. 2. Забудова міста Суми у 1984 році (КЗ Landsat 4-5 (комбінація каналів B5, B4, B3) за 05.06.1984 р.)

Рис. 3. Забудова міста Суми у 2022 році (космічний знімок Sentinel-2 за 06.05.2022 р. (False Color Urban composite, комбінація каналів B12, B11, B04))



Рис. 4. Забудова міста Суми у 2022 р. (КЗ Sentinel-2 06.05.2022 р. (Green City))

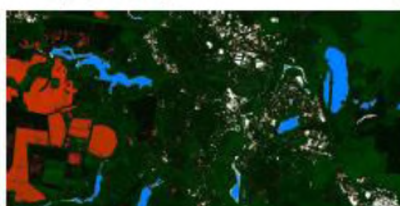


Рис. 5. Забудова міста Суми у 2022 році (КЗ Sentinel-2 06.05.2022 р. (Urban Classified Script))

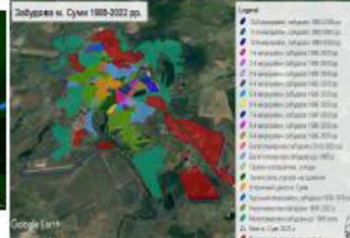


Рис. 8. Забудова м. Суми за 1985-2022 рр. (Google Earth Pro)



Рис. 6. Забудова міста Суми у 2022 році (КЗ Sentinel-2 06.05.2022 р. (Urban Land Index Color Script))

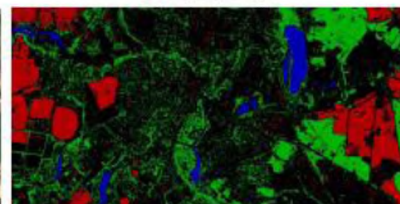


Рис. 7. Забудова міста Суми у 2022 році (КЗ Sentinel-2 за 06.05.2022 р. (City Highlights Script))

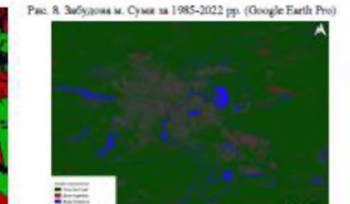


Рис. 9. Використання земель у м. Суми та навколишніх територіях (за основні скрипти City Highlights Script, 05.06.1984 р.)



Рис. 11. Normalized Difference Built-up Index (NDBI-індекс) м. Суми та навколишніх територій (05.06.1984 р. та 06.05.2022 р.)

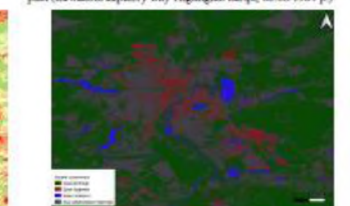


Рис. 10. Використання земель у м. Суми та навколишніх територіях (за основні скрипти City Highlights Script, 06.05.2022 р.)

Отже, дослідження територіального розвитку міст неодмінно передбачають використання картографічних методів дослідження, одним з яких є використання матеріалів дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) та ГІС-технологій. Для детального дослідження забудови міста Суми було використано «ручне» дишифрування космоснімків, зокрема програмне забезпечення QGIS Desktop 3.26.3, що дозволяє більш точно класифікувати урбанізовані території та визначити площу міської забудови.

ХАРКІВСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПОБУДОВИ АКТУАЛІЗОВАНИХ КАРТОГРАФІЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПІДТРИМЦІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ПРОГНОЗУВАННЯ НАСЛІДКІВ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ



Бобрицький Владислав Вячеславович, учень 10 класу Харківської загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 140 Харківської міської ради Харківської області;
Буряк Юлія Леонідівна, вчитель географії загальноосвітньої школи І-ІІІ ступенів № 140 Харківської міської ради Харківської області.

Вибух на ПАТ «Азот»



[Фото з соціальних мереж]

МЕТА
Полегшення процесу прийняття рішень під час техногенних катастроф за рахунок побудови актуалізованих картографічних моделей за допомогою ГІС-технологій.

ЗАВДАННЯ

1. Провести аналіз вітрових потоків протягом тижня після вибуху над містом Северодонецьк з метою побудови картографічної моделі стану вітряк;
2. Змодельовати траєкторію азотної хмари в програмному середовищі ArcGIS;
3. Спрогнозувати наслідки даної техногенної катастрофи для населення прилеглих територій за рахунок побудови картографічних моделей з використанням ГІС технологій.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Аналіз літературних та статистичних джерел інформації; ГІС-технології; метод просторового моделювання та аналізу в програмному середовищі ArcGIS; картографічний метод.

ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ

Дані ПАТ «Азот» м. Северодонецьк, Луганської області; показники швидкості та напрямку вітряк за даними Українського центру з гідрометеорології за період з 31 травня по 5 червня 2022 р; базава карта Word Basic Imagery.

ОБ'ЄКТ

Надзвичайна ситуація у м. Северодонецьк Луганської області.

ПРЕДМЕТ

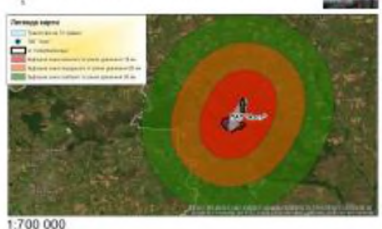
Використання програмного середовища ArcGIS для прогнозування наслідків техногенної катастрофи у м. Северодонецьк Луганської області та прилеглих населених пунктів.

ХІД ТА РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Космічний знімок території дослідження (Google Maps)



Карта буферних зон ураження за 31 травня



Карта буферних зон ураження за 1 червня



Карта буферних зон ураження за 2 червня



Карта буферних зон ураження за 3 червня



Таблиця ступенів ураження азотом

Ступінь ураження	Радіус буферної зони	Населені пункти
Сильний – червоний	10 км	Воводілка, Рубілеве, Південська, Серотине, Мельніца
Середній – помаранчевий	20 км	Білогорівка, Золотарівка, Трутовка, Північна, Південна, Славгородська, Борівська
Слабкий – зелений	30 км	Сисоївське, Новоахтарівка, Чабанівка, Лозуватка, Нова Астрахань, Миталівка, Індустріальне, Струтинська, Житківка, Червоно Дібрівка, Сербиївка, Славська, Івано-Дарівська, Берестове, Бачківка, Кошишувка, Гірська, Зілове, Голівка, Новоахтарівська

Складено автором за допомогою програми ArcGIS

ВИСНОВКИ

1. У ході моделювання було визначено деталі техногенної катастрофи, досліджено вітрові потоки за період дослідження. За даними Українського центру з гідрометеорології за період з 31 травня по 3 червня визначено, що в день катастрофи переважав південно-західний вітер з поривками до 9 м/с. Було створено точковий шар із даними про швидкість та напрям вітряк, на основі якого побудовано картографічну модель стану вітряк, що дає можливість припустити ймовірне розповсюдження небезпечної речовини на сусідні території.
2. У програмному середовищі ArcGIS було змодельовано траєкторію руху даної хмари та створено картографічну модель на основі розрахунку відстаней, яку дана хмара може подолати за 1 – 4 дні з різною швидкістю. Аналіз картографічної моделі дозволяє зробити висновок, що хмара азоту, враховуючи напрямок вітряк, спрямувала на схід та південний схід до міст Воводілка, Пудрівка, Олександрівка, Чабанівка. Визначено, що азотна хмара може розпадатися лише після дощу, то критичним є день 3 червня, оскільки саме у цей день перший раз після аварії пішов дощ.
3. Аналіз напрямків та швидкості розповсюдження азотної хмари дозволив побудувати буферні зони навколо центра епіцентру траєкторії руху з 31 травня по 3 червня, які є приблизною моделлю ступенів ураження хімічною речовиною. Ці три буферні зони навколо підприємства «Азот» відображають сильний, середній та слабкий ступінь забруднення прилеглих територій у радіусі 10 км, 20 км, 30 км відповідно. Визначено, що сильному забрудненню підпадає Северодонецьк, Привілля, Воводілка. Середньому забрудненню – Олександрівка, Лисичанськ, Мельніца. Слабкому забрудненню – Чабанівка, Нова Астрахань, Лозуватка. Результат моделювання вказує, що дані населені пункти підлягають евакуації або ретельного дотримання правил безпеки при небезпечі хімічного отруєння.

Комунальний позашкільний навчальний заклад

Моніторинг використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ



Роботу виконав: дійсний член МАН, Карпенко Іван Олександрович, 28 квітня 2006 р., учень 11 класу, гімназії № 172 «Нивки», Шевченківського району, міста Києва

Педагогічний керівник: Козубенко Людмила Олексіївна, вчитель географії, гімназії № 172 «Нивки», вчитель-методист

Науковий керівник: Лубський Микола Сергійович, старший науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій в ДЗЗ Центру аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук ІГН НАНУ

Предметом дослідження є використання земель сільськогосподарського призначення.

Метою даної роботи є теоретичне обґрунтування та практичне дослідження використання земель сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ.

Об'єктом дослідження є система моніторингу земельних ресурсів сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС/ДЗЗ технологій.



Рис. 1 Показники динаміки кількості засіяних полів та площі рілля



Рис. 2 Територія дослідження Київська область Яготинська громада на космічному знімку



Рис. 4 Масштаб парцел території дослідження

Основними завданнями є:

1. Охарактеризувати використання земель сільськогосподарського призначення.
2. Проаналізувати екологічні наслідки нерационального використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення.
3. Практично дослідити використання земельних ресурсів сільськогосподарського призначення за допомогою ГІС та ДЗЗ.

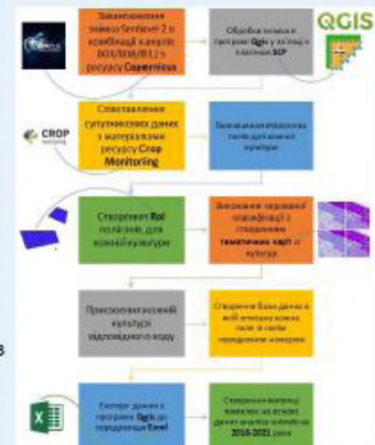


Рис. 3 Дослідження проводилося з 2016-2021 року

Висновок. Проаналізувавши стан використання земельних ресурсів, можна стверджувати, що за останні 15 років площа сільськогосподарських угідь в Україні скоротилася на 498 тис. га. Скорочення площі сільськогосподарських угідь відбулося переважно за рахунок сіножатей, багаторічних насаджень, пасовищ, перелогів та зміни цільового призначення землі.

Моніторингові дані стану проведення сівозмін впродовж шести років засобами дистанційного зондування Землі на прикладі Яготинської громади Київської області дозволили провести оцінку дотримання сівозмін та виявити низку порушень, що дає нам підставу зробити висновок про нерациональне використання сільськогосподарських земель в Яготинській громаді.

Отже, за результатами дослідження на території Яготинської громади було виявлено ряд порушень. Так, кукурудза (код 3) на площі 4918,24 га або 27% сільськогосподарських угідь висівалася впродовж 6 років без проведення сівозмін. 222,44 га або 1% засівалася люцерною (код 2) не змінюючи культуру. На 743,509 га або 4% рілля було виявлено недопустиме чергування культур (код 1).



Рис. 5 Результат класифікації супутникового знімка 2021 року, Sentinel-2 за допомогою платформи SCP в середовищі Qgis

Місяць	2	3	5	16	17	19	29	39	40	44	46	84	51
2016													
2017													
2018	1	3	1		2	3	3				1	1	1
2019		3			3	2							3
2020										3	1		
2021													

Рис. 6 Матриця подібності порушень сівозмін



ЛУГАНСЬКА ОБЛАСНА МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ



АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ В ЛУГАНСЬКІЙ ОБЛАСТІ В РЕЗУЛЬТАТІ БОЙОВИХ ДІЙ



Кисельов Ярослав Дмитрович, учень 9 класу Рубіжанського ліцею Северодонецького району
Луганської області

Науковий керівник: Назаренко Олена Семенівна, керівник секції «Охорона довкілля та
раціональне природокористування» комунального закладу «Луганська обласна мала академія
наук учнівської молоді», кандидат хімічних наук

Актуальність

Луганська область знаходиться на сході України і зазнала напад російських військ з першого дня війни. Проведення активних бойових дій на території області призводить до забруднення атмосферного повітря. Бойові дії продовжуються, в населених пунктах залишаються люди, аналіз повітря не проводиться. Потрібно з'ясувати який стан природного середовища на цих територіях для того, щоб попередити населення про небезпеки

Методика проведення досліджень

У роботі використовували картографічні дані, дані дистанційного зондування Землі

Мета роботи

аналіз стану атмосферного повітря на території Луганської області, прогноз небезпечних наслідків його забруднення для населення і довкілля

Завдання роботи:

- Визначити аналіз забруднення атмосферного повітря
- Визначити джерела забруднення
- Зробити прогноз небезпечних наслідків для населення і довкілля

Об'єкт дослідження:

Територія Луганської області

Предмет дослідження:

Аналіз вмісту забрудників атмосферного повітря над територією Луганської області

Відмінність отриманих результатів від відомих: уперше методом дистанційного зондування землі знайдені концентрації забруднювальних атмосферного повітря речовин на території Луганської області, у тому числі тих, які не аналізують наземними лабораторіями.

Практичне значення роботи: результати роботи будуть надіслані в Державну екологічну інспекцію для проведення розрахунків збитків від забруднення повітря. На основі одержаних результатів розроблені листівки з метою інформування населення і розробки заходів щодо безпеки життєдіяльності

Результати дослідження забруднення атмосферного повітря

• В роботі зроблено порівняння концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі за період з лютого по червень 2021 та 2022 років

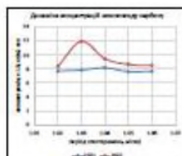


Рис. 1- Динаміка концентрації монооксиду карбону в повітрі Луганської області (ресурс «Giovanni»)

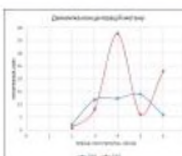


Рис. 2- Динаміка концентрації метану в повітрі Луганської області (ресурс «Giovanni»)

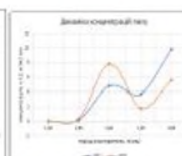


Рис. 3- Динаміка концентрації пилу в повітрі Луганської області (ресурс «Giovanni»)

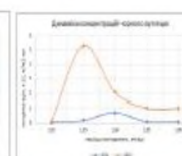


Рис. 4- Динаміка концентрації чорного вугілля в повітрі Луганської області (ресурс «Giovanni»)

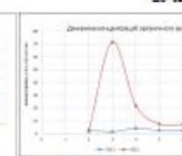


Рис. 5- Динаміка концентрації органічного вугілля при спалюванні біомаси над територією Луганської області (ресурс «Giovanni»)

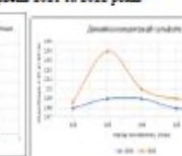


Рис. 6- Динаміка концентрації сульфатів в повітрі Луганської області (ресурс «Giovanni»)



Рис. 7- Динаміка концентрації діоксиду азоту в шарах тропосфери над територією Луганської області (ресурс «Giovanni»)



Рис. 8- Хмара оксидів азоту над Рубіжанським ліцеєм в окремий момент часу з вказівкою на хімічний завод в місті Северодонецьк 31 травня 2022 року (фото <https://www.youtube.com/watch?v=00K1LHNg>)



Рис. 9- Зруйнований будинок у місті Рубіжань (Фото <https://youtu.be/SVbK4e5qH8k>)



Рис. 10- Фото пошкодження лісового масиву ПАТ «ЛІСНКО» після бомбардування 16 квітня 2022 року (фото <https://greenbelarus.info/articles/17-04-2022/>)



Рис. 11- Сарани після пожежі в лісовому масиві в районі міста Рубіжань в селішня Стара Красівка Луганської області 7.07.2022 року (ресурс EO Browser)



Рис. 12- Попалений газопровід. (Фото: <https://www.slovotido.ua/2022/05/23/voyna>)

Обговорення одержаних результатів

Результати показують, що в березні - травні 2022 року концентрації аналізованих забруднювачів повітря перевищували значення за той же період 2021 року: монооксиду карбону - в 1,5 рази, чорного вугілля - в 310 разів, пилу - в 1,7 рази, органічного вугілля - від 5 до 45 разів.

Покази максимальних концентрацій забруднювальних речовин у повітрі протягом березня-квітня 2022 року збігається з часом інтенсивних боїв за міста Попельня, Рубіжань, Северодонецьк.

З'ясовано що в результаті бойових дій атмосферне повітря Луганської області забруднюється небезпечними речовинами, які:

- погіршують стан здоров'я населення;
- приводять до ослаблення зелених насаджень, лісів;
- забруднюють ґрунти;
- посилюють парниковий ефект.

Територія Луганської області розташована в зоні можливого опустелювання, внаслідок бойових дій і знищення лісів цей процес може прискоритися. Зменшення кількості зелених насаджень приведе до збільшення кількості пилових бур, які будуть забруднювати повітря хімічними речовинами, що осіли на ґрунті після бойових дій та пожеж, збільшить кількість захворювань дихальних шляхів.

Висновки

- Уперше методом дистанційного зондування Землі зроблено аналіз повітря над Луганською областю і знайдені концентрації речовин, які не аналізують наземними лабораторіями чорного вугілля, органічного вугілля при спалюванні біомаси.
- Результати аналізів свідчать, що джерелами забруднення є обстріли, бомбардування, пожежі, руйнування, які викликані бойовими діями.
- Зроблено аналіз небезпечних наслідків забруднення атмосферного повітря для населення й довкілля.
- Результати роботи будуть передані в Державну екологічну інспекцію Луганської області для підрахунку збитків, завданих унаслідок забруднення атмосферного повітря.
- На основі одержаних результатів розроблені листівки для інформування населення і розробки заходів щодо безпеки життєдіяльності



КІЇВСЬКЕ ОБЛАСНЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ ВІДДІЛЕННЯ МАН УКРАЇНИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІНИ РУСЛА ТА ВИВЧЕННЯ ВОДНОГО РЕЖИМУ РІЧКИ ДЕСНИ

Роботу виконала: Садоренко Ірина Миколаївна, учениця 11 класу опорного закладу освіти «Жукинський ліцей» Пирнівської сільської ради Вишгородського району Київської обл.

Педагогічний керівник: Нікітіна Тетяна Володимирівна, вчитель географії опорного закладу освіти «Жукинський ліцей», Пирнівської ОТГ Вишгородського району, Київської обл.

Мета: дослідити водний режим та зміну русла річки Десни за допомогою методів дистанційного зондування Землі.

Завдання:

- опрацювати теоретичні відомості про річку Десна на основі різних джерел інформації;
- за допомогою методів дистанційного зондування Землі проаналізувати рівень весняного водопілля, межень, льодостав та скресання льоду на річці Десна;
- дослідити природну зміну русла річки Десна через меандрування за допомогою методів дистанційного зондування Землі;
- ознайомитися з антропогенними чинниками зміни русла річки Десна в межах села Жукин за допомогою методів дистанційного зондування.

Предмет дослідження: особливості водного режиму та меандрування річки Десна.

Об'єкт дослідження: річка Десна.

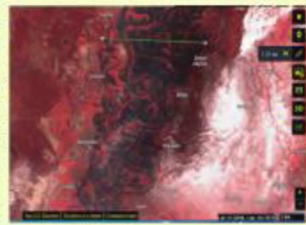
Методи дослідження: дистанційного зондування Землі, моніторингу, аналізу, систематизації, збору даних, пошук, інтерв'ю.

Ресурси дистанційного зондування Землі, що використовувалися під час виконання дослідження:

сервіс EO Browser: знімки із супутника – Landsat 1-5 MSS L1, Landsat 7. 8, Sentinel 2 L 1 C, сервіс Google Earth Pro.

Результати науково-дослідницької роботи

У межах України Десна – незарегульована річка, тому зберегла свій природний водний режим з чітко вираженою весняною повінню. Проаналізувавши дані з 1976 по 2022 рік за допомогою методів ДЗЗ з'ясовано, що найбільший розлив річки був зафіксований у 1994 році — 7370 м, а з 1995 по 2022 рр. рівень весняного водопілля набуває досить нерівномірного характеру. Так як розміри та тривалість повені залежать від висоти снігового покриву, який за останні десять років значно скоротився внаслідок впливу зміни кліматичної ситуації в регіоні.



Знімок Landsat 4-5 TM L2 — 28.04.1994 року - 7370 м.



Динаміка весняного водопілля річки Десна на відстані: с.Жукин Київська обл., с.Жукин Київська обл. за період з 1976 по 2022 роки

Графік отриманий на основі даних отриманих із супутника Landsat 1-5, Sentinel 2 L 1 C, сервіс EO Browser (Open)



фото Садоренко Ірина
руслив річки Десни 6 червня 2022 року



знімок Sentinel-2 L2A
06 червня 2022 року



знімок Sentinel-2 L2A
18 серпня 2022 року

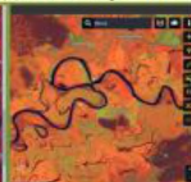
Досліджуючи показники літньої межени орієнтовувалися на ширину розливу, приблизно визначаючи цей показник. Результати представлені у вигляді порівняння знімків однієї місцевості в часі.

Досліджуючи зміну русла річки Десна методом дешифрування різночасових космічних знімків за період з 1983 по 2022 рр. з'ясовано, що природне спрямлення русла відбувалося протягом 20 років. За 5 років рукави меандру з'єдналися утворивши роздвоєння русла. Після цього 10 років Десна несла свої води двома рукавами, відліплюючи меандр від основного русла. З часом відбувалося утворення озера-старши та острова. Остаточне відліплення відбулося у 2004 році. За 18 років в аквальному ландшафті території відбулися зміни, а саме: заболочення та заростання озера.

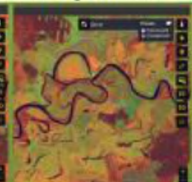
Зміна русла річки Десни поблизу села Оболоння Чернігівської області



Знімок Landsat 1-5 MSS L1
04 лютого 1983 р.



Знімок Landsat 5 (ESA archive)
25 червня 1988 р.



Знімок Landsat 5 (ESA archive)
07 червня 2004 р.

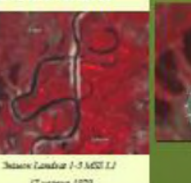


Знімок Sentinel-2 L2A
14 жовтня 2022 р.

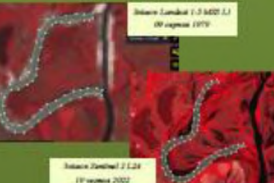
Антропогенна зміна русла річки Десна біля села Жукин Київської області



Знімок Landsat 1-5 MSS L1
24 березня 1978



Знімок Landsat 1-5 MSS L1
17 червня 1979



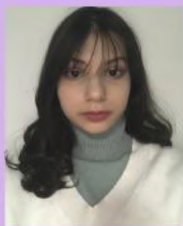
Знімок Sentinel 2 L2A
19 червня 2002

Утворення озера-старши



Знімок зроблений за допомогою програми Google Earth Pro

Антропогенна спрямлення русла Десни за допомогою земснарядів проводилося для регулювання розливу річки та збереження господарських об'єктів. Після штучного спрямлення русла утворилося озеро. За 44 роки Десна знов змінює своє русло формуючи новий меандр.



«Використання нормалізованого вегетаційного індексу NDVI для дистанційного моніторингу «цвітіння» води

Автор роботи:
учениця 10 класу Черняхівського ліцею №1
Демітовська Надія Дмитрівна

Науковий керівник:
д.б.н., професор кафедри екології та географії ЖДУ ім. Івана Франка
Гірбар О. В.

Педагогічний керівник:
вчитель-методист біології та географії Черняхівського ліцею №1
Ворончук Л. І.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Актуальність:
питання чіткого розуміння стану водного середовища Житомирського водосховища.

Мета дослідження:
на основі космічних знімків місії «Sentinel-2» провести оцінку сезонних змін фітопланктону («цвітіння води»), використовуючи нормалізований диференційований вегетаційний індекс (NDVI).

Завдання:

1. На основі класифікації космічних знімків та подальшої векторизації отриманого зображення, виділити з космічних знімків для весняного та літнього періодів акваторію Житомирського водосховища.
2. Застосовуючи отримані фрагменти знімків, розрахувати індекс NDVI для весняного та літнього періоду.
3. Оцінити різницю значень індексу NDVI для отриманих зображень та провести їх статистичну оцінку.
4. Визначити можливість використання NDVI для дистанційного моніторингу розвитку фітопланктону.

Об'єкт дослідження:
стан «цвітіння» води Житомирського водосховища.

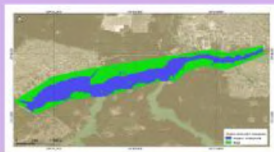
Предмет дослідження:
використання індексу NDVI для оцінки стану «цвітіння» води Житомирського водосховища.

Теоретичне і практичне значення:
результати дослідження розширюють уявлення про рівень розвитку фітопланктону Житомирського водосховища на основі вегетаційного індексу (NDVI).

Наукова новизна:
вперше проведено оцінку рівня розвитку фітопланктону Житомирського водосховища на основі вегетаційного індексу (NDVI). Встановлено, що спостерігається суттєва різниця значень в показниках: весняний та літній періоди, яка зумовлена різним ступенем розвитку планктарної фітомаси. Отримані дані підтверджують можливість використання зазначеного показника для моніторингу розвитку фітопланктону («цвітіння» води) на великій акваторії.

Апробація результатів роботи:
матеріали дослідження були представлені на засіданні кафедри екології та географії ЖДУ ім. Івана Франка, апробовані на засіданні циклової методичної комісії Черняхівського ліцею №1.

Матеріали та методи досліджень:
для дослідження використано дані космічних апаратів (КА) родини «Sentinel-2». Безкоштовні продукти обробки супутникової інформації, використані в даному дослідженні, отримано з порталу Європейської космічної агенції (European Space Agency) (<https://scihub.copernicus.eu>) за допомогою модуля автантаження космічних знімків планів навігаторської класифікації для QGIS (Semi-Automatic Classification Plugin for QGIS).



№ періоду	Max	Min	Max	Min	SD
1	-0,047	-0,821	-0,041	-0,894	0,094
2	-0,06	-0,878	-0,059	-0,887	0,087
3	-0,048	-0,852	-0,044	-0,929	0,093
4	0,005	-0,902	-0,005	-0,981	0,091
	SD: 0,0128; 0,0102; 0,0098; 0,0085				
5	0,011	-0,895	0,011	-0,942	0,094
6	0,014	-0,899	0,011	-0,901	0,091
7	0,006	-0,898	0,008	-0,904	0,094
8	0,006	-0,91	0,007	-0,908	0,093
	P-value: 0,025; 0,048; 0,035				
9	0,019	-0,848	0,015	-0,898	0,098
10	0,008	-0,844	0,012	-0,891	0,091
11	0,019	-0,878	0,001	-0,891	0,091
12	0,007	-0,822	0,009	-0,902	0,092



ВИСНОВКИ

Аналіз вегетаційного індексу NDVI, розрахованого на основі космічних знімків Житомирського водосховища (10.05.2022 та 18.08.2022) свідчить про суттєве зростання значень показника в прибережній зоні на кінець літа, що вірогідно пов'язано з активним розвитком вищої прибережної та водної рослинності.

Встановлено, що на кінець літа практично по всій акваторії водосховища спостерігається суттєве зростання значень NDVI, що свідчить про збільшення фітомаси в поверхневих шарах води. При цьому середні значення NDVI навісні є негативними, що свідчить про практичну відсутність вегетуючої фітомаси у водному середовищі. Тоді як в кінець літа відповідні показники перевищують нульову відмітку.

Отже індекс NDVI є достатньо чутливим індикатором рівня розвитку фітопланктону. Отримані нами дані свідчать про можливість його використання для дистанційного моніторингу «цвітіння» води на великій акваторії. Доступність космічних знімків та нескладний алгоритм аналізу надає суттєвий переваг цьому методу порівняно з традиційними польовими дослідженнями.

ЗАКАРПАТСЬКЕ ТЕРИТОРІАЛЬНЕ
ВІДДІЛЕННЯ МАН УКРАЇНИ

Моніторинг лісового покриву



Добош Анастасія Сергіївна

учениця 10-А класу ЗОШ I-III ступенів №6
ім. В.С. Гренджі-Донського м.Ужгород

Науковий керівник: Попович Ганна Іванівна,
вчитель екології та біології ЗОШ I-III ступенів №6
імені В.С. Гренджі-Донського м.Ужгород

Мета: вивчити і проаналізувати лісовий покрив та ураження лісу шкідниками за допомогою індексу NDVI; дослідити питання втрати лісового покриву Ужгородського району за допомогою ресурсу Global Forest Watch.

Об`єкт дослідження: мікрорайон Горяни.

Методи дослідження: емпіричний (спостереження, опис); теоретичний (аналіз).

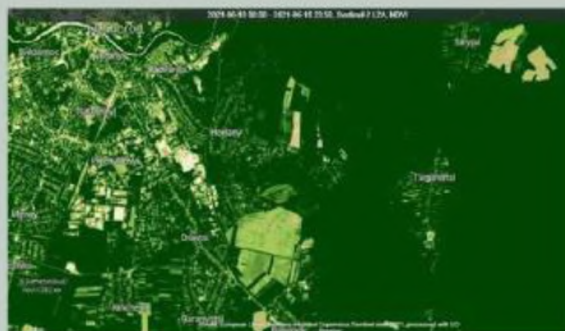


Рис.1 Знімок досліджуваної території



Рис.2 знімок досліджуваної території

Новизна: встановлено, що основним дієвим методом для дослідження лісового покриву будь-якої точки на Землі є використання авіаційних та космічних засобів, які спорядженні різними видами знімальної апаратури. Досліджено питання втрати лісового покриву за допомогою веб-сервісів.

Завдання:

- 1)дослідити основні аспекти та питання пов'язані з спостереженням поверхні Землі авіаційними й космічними засобами;
- 2) проаналізувати данні, отримані за допомогою індексу NDVI;
- 3) дослідити питання втрати лісового покриву досліджуваного району.

Висновки:

Під час проведення нашого дослідження визначено, що на певних ділянках було помічено зниження кількості виділеного хлорофілу. Проаналізувавши інформацію на сервісі Global Forest Watch, ми отримали данні, щов період з 2019 по 2021 рік досліджувана територія втратила близько 50гарослинності.

**GLOBAL
FOREST
WATCH**



Рис.3 Логотип веб-сервісу

ДНІПРОПЕТРОВСЬКЕ ВІДДІЛЕННЯ МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ



ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ЛІСОВОГО ПОКРИВУ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА МАТЕРІАЛАМИ ГІС та ДЗЗ

Роботу виконала: **Білоусова Каміла Євгенівна**,
учениця 10 класу, Комунального закладу «Ліцей №3», Кам'янської міської ради

Науковий керівник: **Кремень Валерія Віталіївна**, учитель географії, Комунального закладу «Ліцей №3», Кам'янської міської ради

Сизенко Олег Володимирович, старший викладач кафедри географії, Дніпровського національного університету ім. Олеса Гончара

Об'єкт і предмет дослідження

Об'єкт: лісовкриті території в межах Дніпропетровської області.

Предмет: динаміка та територіальний розподіл змін лісового покриття за період з 2000 по 2021 роки.

Мета і завдання дослідження

Мета: аналіз сучасного стану і динаміки територіального розподілу лісовкритих площ Дніпропетровської області на основі даних, отриманих за допомогою ГІС та ДЗЗ.

Завданнями роботи є:

1. Аналіз наукових джерел з питання вивчення зміни лісового покриття засобами дистанційного зондування Землі та визначити поняття, що використовуються у роботі;
2. Аналіз динаміки зміни лісовкритих площ за період з 2000 по 2021 рр. в межах Дніпропетровської області з використанням даних ДЗЗ;
3. Створення бази геопросторових даних та серії тематичних карт з використанням геоінформаційної системи QGIS та її модулів;
4. Верифікація площ дефорестованих (ззеліснених) та заліснених територій на ключових ділянках з використанням планів лісонасаджень і космічних знімків високої роздільної здатності.

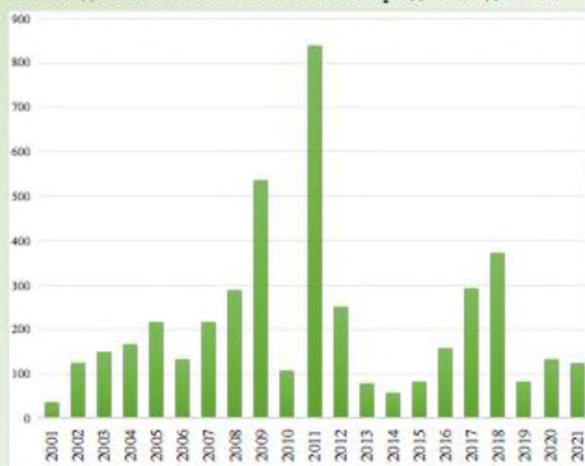


Рис. 2. Темпи дефорестації Дніпропетровської області за роками

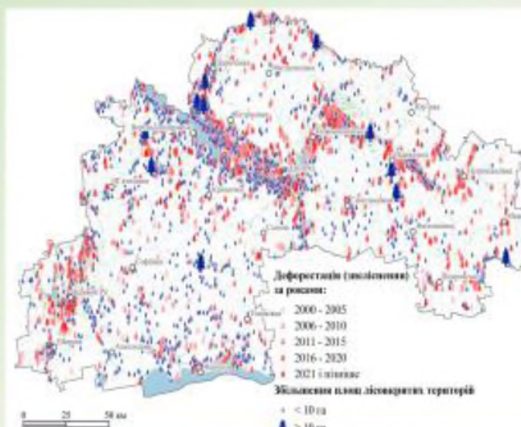


Рис. 1. Зміни лісового покриття Дніпропетровської області за 2000 – 2021 рр.

Хід та методи дослідження

Методика дослідження включала наступні етапи:

1. Завантаження відкритих даних GLAD у растровому форматі.
2. Імпорт растрів у оболонку qGIS та обрізку їх за шаром маски Дніпропетровської області.
3. Полігонізування – переведення растрового формату у векторний.
4. Видалення з отриманого векторного зображення суцільного фону – нульових значень вихідних растрів. В результаті залишилися виключно лісові масиви.
5. Створення центроїдів – центральних точок для кожного полігону лісових масивів. Центроїди стали позамасштабним умовним знаком, який краще читається на карті зважаючи на розміри досліджуваної території.
6. Географічний аналіз та верифікація отриманих геопросторових даних на ключових ділянках.

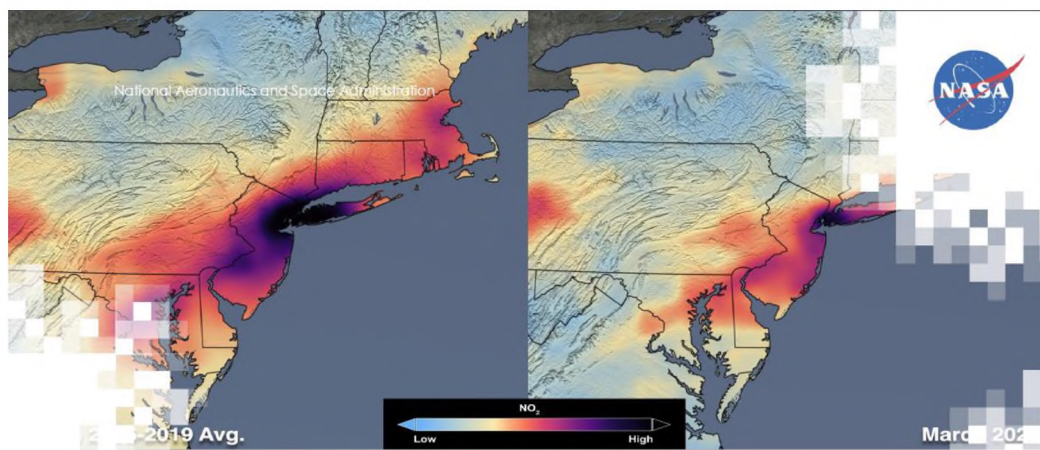
Методи дослідження: літературно-аналітичний, порівняльно-географічний, геоінформаційний, картографічний, метод дистанційного зондування.

Результати та висновки

1. З 2000 по 2021 рік площа лісовкритих територій збільшилася на 21 171 га. Стабільну площу мали 159 634 га лісовкритих територій, втрати становили 4829 га, приріст лісовкритих територій – 26 000 га;
2. Створено набір геопросторових даних та серію тематичних карт з використанням геоінформаційної системи QGIS та її модулів, які дозволяють аналізувати динаміку лісовкритих площ за період з 2000 по 2021 рр. для будь-якого виду лісу в межах Дніпропетровської області – адміністративно-територіальних одиниць нижчого рівня, річкових басейнів, довільно створених контурів тощо.
3. Проведено верифікацію площ дефорестації на п'яти ключових ділянках та збільшення площ на трьох ключових ділянках у Дніпропетровській області. Виявлено, що заліснення за площею перевищує дефорестацію. На жодній з восьми ключових ділянок не було виявлено грубих помилок алгоритму.

Додаток Я

Сертифікати підвищення кваліфікації дисертантки



NASA's Applied Remote Sensing Training Program (ARSET)
presents a certificate of completion to

Svitlana Babiichuk

for completing:

An Inside Look at how NASA Measures Air Pollution

May 26 & 28, 2020

Trainers: Melanie Follette-Cook, Pawan Gupta & Ana Prados

ESA TEACH WITH SPACE ONLINE CONFERENCE 2022

ESA's Education Office presents this certificate to

Svitlana Babiichuk

for participating in the ESA Teach with Space Online Conference 2022.

Total number of training hours: 20

5, 6 & 7 July 2022

Hugo Marée
Head of Education Office, ESA

www.esa.int

THE EUROPEAN SPACE AGENCY

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

На правах рукопису

БАБІЙЧУК СВІТЛАНА МИКОЛАЇВНА

УДК 373.5.016:004:[629.78:55]:001.32(477)МАН](043.3)

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ВПРОВАДЖЕННЯ
ІНФОРМАЦІЙНО-ОСВІТНЬОЇ СИСТЕМИ
З ОСНОВ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЛІ
В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС МАЛОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

13.00.01 - загальна педагогіка та історія педагогіки

Дисертація на здобуття наукового ступеня
доктора педагогічних наук

науковий консультант: Довгий Станіслав Олексійович,
доктор фізико-математичних наук, професор,
академік НАН України, академік НАПН України



Київ - 2024