

Міністерство освіти і науки України
Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

БИКОВСЬКИЙ ЯРОСЛАВ ТІМУРОВИЧ

УДК 374.091.33-027.22:[51:53](043.3)

ДИСЕРТАЦІЯ
ПЕДАГОГІЧНІ УМОВИ ДІЯЛЬНОСТІ
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ГУРТКІВ
ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Биковський Я. Т.

Науковий керівник: **Бар'яхтар Віктор Григорович**, Герой України,
академік Національної академії наук України,
доктор фізико-математичних наук, професор

Київ – 2019

АНОТАЦІЯ

Биковський Я. Т. Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата педагогічних наук зі спеціальності 13.00.01 – загальна педагогіка та історія педагогіки. – Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. – Київ, 2019.

Зміст анотації

Дисертація присвячена дослідженню педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Здійснено аналіз стану діяльності закладів позашкільної освіти, фізико-математичних гуртків у теорії та педагогічній практиці.

З'ясовано, що вагомість і актуальність дослідження обумовлені необхідністю пошуку нових підходів до роботи гуртків закладів позашкільної освіти, визначенням педагогічних умов їх ефективної діяльності у зв'язку із прийняттям нового Закону України «Про освіту», що законодавчо закріплює позашкільну освіту як невід'ємний складник системи освіти, внесенням змін до Закону України «Про позашкільну освіту», важливістю розробки і впровадження STEM-підходу.

Узагальнено нормативно-правові документи, історико-теоретичні основи та педагогічну практику, які свідчать, що у сучасних умовах фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти є складовою системи позашкільної освіти, і їхня діяльність спрямована на розвиток особистості у процесі вивчення фізики, математики, науки та технології.

Фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти є організаційною формою позашкільної освіти і в залежності від змісту навчання належать до науково-технічного або дослідницько-експериментального напрямів позашкільної освіти основного та/або вищого рівнів.

Визначено, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це умови, які визначають особливості організації освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти й впливають на досягнення освітніх результатів учнів.

Розкрито структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з позиції системного підходу.

Встановлено, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти мають 5-компонентну структуру, яка включає такі компоненти: нормативний (наявність нормативно-правових актів), освітній (зміст і особливості формування освітнього процесу), кадровий (забезпечення висококваліфікованими педагогічними кадрами), інформаційний (належне навчально-методичне забезпечення), матеріально-технічний (наявність фінансової і матеріально-технічної бази).

Охарактеризовано STEM-підхід як педагогічну умову діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. Визначено, що у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти важливим є використання сучасних підходів, серед яких виокремлено STEM-підхід.

У процесі дослідження встановлено, що STEM-підхід у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це підхід, що базується на включенні науки, технології, фізики та математики до освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Визначено педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.

Основними принципами STEM-підходу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти встановлено міждисциплінарність, інтеграцію, доступність, практичність, візуалізацію.

Виявлено, що у педагогічних умовах ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі застосування STEM-підходу в освітньому процесі необхідним є врахування 4-х змістових

ліній: «Science / Наука», «Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика».

Експериментально перевірено ефективність визначених і теоретично обґрунтованих педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Ключові слова: освітній процес, фізико-математичні гуртки, заклади позашкільної освіти, позашкільна освіта, педагогічні умови.

ABSTRACT

Bykovskiy Y. T. Pedagogical Conditions of Functioning of Physical-Mathematical Workshops of After-School Educational Institutions. – Manuscript.

Dissertation for the Candidate of Pedagogical Sciences Degree in Specialty 13.00.01 – General Pedagogy and History of Pedagogy. – National Pedagogical Dragomanov University. – Kyiv, 2019.

The dissertation is devoted to the question of pedagogical conditions of functioning of physical and mathematical workshops of after-school educational institutions. In manuscript analyzed current state of functioning of after-school educational institutions, physical-mathematical workshops in theory and pedagogical practice.

Relevance and importance of the dissertation caused by necessity of finding new approaches for functioning of workshops of institutions of after-school education, identification of effective pedagogical conditions.

This is due to the adoption of the new Law of Ukraine «On Education», which legislatively establishes after-school education as an integral component of the education system via introduction of amendments to the Law of Ukraine «On After-school Education».

Established, that in modern conditions physical-mathematical workshops of institutions of after-school education are part of the system of after-school education, whose purpose of activity in development of individual in the process of

studying physics, mathematics, science and technology.

Physical-mathematical workshops of after-school institutions are an organizational form of after-school education, which depending on the content of education, can belong to the scientific-technical or research-experimental directions of after-school education with primary and/or higher levels of education.

It is determined that pedagogical conditions of activity of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions education are conditions which determine peculiarities of organization of educational process of physical-mathematical workshops of after-school education and influence achievement of educational results of students.

The structure of pedagogical conditions of activity of physical and mathematical workshops of institutions of after-school education is explored. It has a 5-component structure, which includes the following components:

- normative (presence of normative-legal acts);
- educational (content and peculiarities of formation of educational process);
- personnel (providing highly qualified pedagogical staff);
- information (proper educational and methodological support);
- material and technical (availability of financial and material-technical base).

Revealed STEM as effective pedagogical condition and identified pedagogical conditions of efficient functioning of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions on the basis of STEM approach.

In the course of the research it was established, that the STEM approach in the activity of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions is an approach based on the integration of science, technology, physics and mathematics into the educational process of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions.

The pedagogical conditions for the effective activity of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions on the basis of STEM approach are determined.

The basic principles of the STEM approach in functioning of physics-mathematics workshops of institutions of after-school education defined as interdisciplinarity, integration, accessibility, practicality, visualization.

It is established, that in pedagogical conditions of effective activity physico-mathematical workshops of institutions of after-school education on the basis of application of STEM-approach in the educational process it is necessary to consider 4 content lines: «Science», «Technology», «Engineering», «Mathematics».

The developed pedagogical conditions of activity of physical-mathematical workshops of after-school educational institutions were experimentally tested and was shown their efficient.

Keywords: educational process, physical-mathematical workshops, institutions of after-school education, after-school education, pedagogical conditions.

СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗДОБУВАЧА

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізики. *Наукові записки: Збірник наукових статей НПУ імені М. П. Драгоманова* / Укл. Л. Л. Макаренко. Київ: НПУ, 2012. Вип. СІ (101). С. 17–25.
2. Биковський Я. Т. До питання навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи* : зб. наук. пр. Київ: НПУ, 2012. Вип. 36. С. 298–301.
3. Биковський Я. Т. Підвищення ефективності навчання при застосуванні інформаційної системи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки : реалії та перспективи* : зб. наук. пр. Київ: НПУ, 2012. Вип. 37. С. 10–13.
4. Биковський Я. Т. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики: 2008–2018 рр. *Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова* : зб. наук. ст. Київ: НПУ, 2019. Вип. СХLII (142). С. 32–43. (Серія «Педагогічні науки»).
5. Биковський Я. Т. До питання теоретичних положень STEM в освіті. *Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова* : зб. наук. ст. Київ: НПУ, 2019. Вип. СХХХХІІІ (143). С. 29–35. (Серія «Педагогічні та історичні науки»).

Статті у зарубіжних наукових періодичних виданнях

6. Vykovskiy Y. T., Baryakhtar V. G. Modern Reactors: Future Reactors. *Óbuda University : e-Bulletin*. Volume 5 Issue Number 1. Budapest, Hungary, 2015. P. 71-77. http://uni-obuda.hu/e-bulletin/Grigorievich_Timurovich_6.pdf (ISSN 2062-2872).

Монографії, програми

7. Baryakhtar V. G. , Bykovskiy Y. T., Baryakhtar I. V. *Nuclear project: past and present: monograph*. Tarnow: Wydawnictwo Tarnowskiej Szkoły Wyższej w Tarnowie, 2018. 132 p.
8. Бар'яхтар В. Г., Биковський Я. Т. *Атомний проект: історія та сучасність : монографія*. Київ: ІВЦ АЛКОН, 2016. 134 с.
9. Биковський Я. Т. Стратегія розвитку позашкільної освіти / за ред. проф. О. В. Биковської. Київ: ІВЦ АЛКОН, 2018. 96 с.
10. Биковський Я. Т. Фізико-математичний гурток : навч. прогр. Київ: НПУ, 2015. 24 с. (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист МОН України від 11.11.2014 р. № 1/11-17866).

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Baryakhtar V. G. Bykovskiy Y. T. Nuclear power is one of the ways to solve the energy needs of humanity and the protection of the environment. *4th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies*. 20-21 November 2013, Budapest, Hungary Obuda Universty. Hungary: Obuda Universty, 2013. p. 72.
12. Baryakhtar V. G., Bykovskiy Y.T. Atomic project: history and modernity. *5th ICEEE-2014 International Conference «Global Environmental Changes and Population Health: Progress and Challenges»*. 19-21 November 2014, Budapest, Hungary Obuda Universty. Hungary: Obuda Universty, 2014. p. 83.
13. Быковский Я. Т. Physico-mathematical workshops in after-school education: main approaches. *Развитие социального партнерства в интересах детей: Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции*. Астана: Изд-во АСТ Полиграф, 2018. С. 106-110.
14. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізиці. *Мала*

академія наук України, 2011: Тези наукових робіт. Мала академія наук України; упоряд. : Лісовий О. В. та ін. Київ: МАН, 2012. С. 78.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації

15. Биковський Я. Т. Презентація Стратегії розвитку позашкільної освіти. *Рідна школа*. 2018. №5-8(1059). С. 76.
16. Биковський Я. Т. Студенти-Драгоманівці пізнають секрети майбутньої професії педагога-позашкільника. *Рідна школа*. 2017. №5-6(1049-1050). С. 77.
17. Биковський Я. Т. Усім миром – за розвиток позашкільної освіти. *Освіта і суспільство*. 2018. №3. С. 5.
18. Биковський Я. Т. Позашкільна освіта починається в дитинстві і ніколи не закінчується. *Освіта і суспільство*. 2018. №7. С. 5.
19. Вуковські Ya. T., Baryakhtar V. G., Baryakhtar I. V. Nuclear Project: Past and Present. *Institute of Magnetism*. Kyiv : Akadempriodyka, 2018. 68 p.
20. Биковський Я. Т. V Всеукраїнська виставка «Талановиті! Наполегливі! Успішні!». *Освіта і суспільство*. 2019. №3. С. 2.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ГУРТКІВ ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ	24
1.1. Фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти як складова системи позашкільної освіти	24
1.2. Структура педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти	51
Висновки до розділу 1	70
Список використаних джерел до розділу 1	73
РОЗДІЛ 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ НАВЧАННЯ УЧНІВ У ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ГУРТКАХ ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ	84
2.1. STEM як ефективна педагогічна умова діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти	84
2.2. Педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.....	101
Висновки до розділу 2	130
Список використаних джерел до розділу 2	135
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	150
3.1. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики	150
3.2. Експериментальне дослідження педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.....	166
Висновки до розділу 3	203
Список використаних джерел до розділу 3	205
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	210

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап реформування системи освіти в Україні обумовлює пошук нових підходів до діяльності закладів освіти, суголосних інноваційним завданням, що стоять перед державою і суспільством у контексті його демократичного становлення та розвитку.

Право кожного громадянина нашої держави на освіту, проголошене Конституцією України, повинне бути забезпечене на рівні, необхідному для гідної самоактуалізації в сучасних умовах, успішного творчого розвитку і навчання впродовж життя з урахуванням потреб та особистісного потенціалу й задля розвитку суспільства.

І вирішення цього завдання значною мірою покладене на позашкільну освіту, заклади позашкільної освіти, що є невід'ємним складником вітчизняної системи освіти.

Конституцією України (1996), Законами України «Про освіту» (2017), «Про позашкільну освіту» (2002), Національною стратегією розвитку освіти в Україні на період до 2021 року та іншими нормативно-правовими актами регулюються основні засади позашкільля. Заклади позашкільної освіти визначаються як такі, що забезпечують право і рівний доступ до позашкільної освіти, створюють умови для організації змістовного дозвілля вихованців, учнів і слухачів, ранньої профілізації, розвитку їхнього інтелекту, розширення кола інтересів, підвищення пізнавальної активності, необхідних кожному для подальшої життєдіяльності.

Особливого значення в сучасних умовах у закладах позашкільної освіти набувають науково-технічний і дослідницько-експериментальний напрями позашкільної освіти, в яких діяльність фізико-математичних гуртків, спрямована на здобуття вихованцями, учнями і слухачами природничо-математичних знань, умінь, навичок і цінностей.

За даними Міністерства освіти і науки України, станом на 01.01.2019 р. у нашій державі функціонувало 1 382 заклади позашкільної освіти системи

освіти, де навчалось понад 1 млн. 275 тис. вихованців, учнів і слухачів; працювало понад 16 тис. гуртків, груп та інших творчих об'єднань науково-технічного і дослідницько-експериментального напрямів позашкільної освіти, представлених, зокрема, діяльністю фізико-математичних гуртків.

Теоретичні і практичні засади, на яких ґрунтується позашкільна освіта, діяльність закладів позашкільної освіти, розкриваються значним діапазоном напрямів наукових досліджень. Фундаментальні положення, значущі для організації позашкільної освіти в цілому та її окремих складників, знаходимо у працях багатьох видатних учених минулого і сучасності.

Питання філософії освіти, що торкаються методологічних аспектів розвитку особистості в освітньому процесі, представлені у роботах В. Андрущенка, В. Кременя, В. Романенка та ін.; загальні засади педагогіки як науки, її методології, положення щодо освіти, зокрема позашкільної, історія педагогічної думки відображено у психолого-педагогічних роботах К. Абульханової, І. Беха, Н. Бібик, В. Бондаря, В. Вахтерова, Г. Ващенко, В. Лугового, І. Матюгіна, А. Макаренка, І. Огієнка, Н. Рідей С. Русової, О. Савченко, С. Сірополка, В. Сухомлинського, О. Сухомлинської, В. Чарнолуського, С. Шацького та ін.

У контексті нашого дослідження важливими є наукові напрацювання щодо позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти Т. Сущенко (педагогічний процес у позашкільних закладах); О. Биковської (теоретико-методичні основи позашкільної освіти); О. Джус (творча спадщина Софії Русової періоду еміграції (1922–1940 рр.)); О. Матвієнко (моральне виховання молодших школярів у позаурочній та позашкільній діяльності); В. Береки (соціально-педагогічні основи розвитку позашкільної освіти в Україні (1957–2000 рр.)); В. Вербицького (розвиток позашкільної еколого-натуралістичної освіти в Україні); Г. Пустовіта (теоретико-методичні основи екологічної освіти та виховання учнів у позашкільних навчальних закладах); О. Савенко (економічна підготовка учнів у позашкільних навчальних закладах); Г. Попової (методика навчання дизайну одягу

старшокласників у позашкільних навчальних закладах); С. Уварової (самореалізація творчої особистості учня в художньо-естетичному напрямі позашкільної освіти); О. Єгорової (розвиток позашкільної освіти у США); Л. Яременко (розвиток креативної особистості у позашкільних навчальних закладах) та ін.

Науково-методологічні питання теорії і методики навчання фізики і математики, підготовки майбутніх вчителів ґрунтовно розкрили у своїх наукових працях такі вчені, як: В. Заболотний, О. Конопельник (дидактика фізики); Г. Брагіна, П. Знаменський, Н. Пастернак (методика викладання фізики); Б. Кремінський (теоретичні і методичні засади роботи з інтелектуально обдарованою молоддю з фізики); В. Сиротюк (теоретико-методичні засади використання дидактичних засобів у навчанні фізики в школах інтенсивної педагогічної корекції); М. Шут (концептуальні підходи до створення підручника з фізики як системи формування основ навчальної діяльності); П. Атаманчук (теоретичні і практичні основи управління процесами становлення майбутнього вчителя фізико-технологічного профілю); Т. Засєкіна (використання системи дидактичних засобів в умовах диференційованого навчання фізики); М. Чумак (підготовка майбутніх учителів фізики до профорієнтаційної роботи з учнями загальноосвітньої школи в умовах профізаляції навчання); А. Колмогоров, О. Лаврентьев, Л. Коваль, С. Скворцова (методика навчання математики); М. Шкіль (алгебра і початки аналізу, наближені методи розв'язання диференціальних та інтегральних рівнянь); В. Швець (прикладні задачі природничого характеру в курсі алгебри і початків аналізу); З. Слєпкань (формування творчої особистості учня в процесі навчання математики); О. Астряб (основи математики); О. Александров, Г. Бєвз, М. Жалдак (використання комп'ютерно-орієнтованих засобів навчання математики, фізики, інформатики) та ін.

Поява в останні роки низки дисертацій, присвячених різним аспектам діяльності закладів позашкільної освіти (Г. Вороніна, І. Мєрилова,

І. Мосякова, І. Наумчук та ін.), засвідчує значний інтерес до цієї сфери освітньої діяльності.

Проте питання діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, педагогічних умов їх ефективної діяльності досі не досліджувалися.

Вивчення проблеми в практичній діяльності, аналіз напрацювань науковців дозволили виявити суперечність між суспільним запитом на якісну природничо-математичну підготовку, високий освітній результат учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти і відсутністю цілісних досліджень щодо педагогічних умов ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Отже, актуальність, недостатня теоретична розробленість проблеми та необхідність розв'язання зазначених суперечностей зумовили вибір теми дослідження **«Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти»**.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дослідження проводилося згідно з планом науково-дослідної роботи Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова за науковим напрямом «Теорія та технологія навчання і виховання в системі освіти».

Наукова робота пов'язана з дослідженням «Розроблення сучасної концепції позашкільної освіти в умовах децентралізації», проведеним згідно з Розпорядженням Президента України №114/2017-рп від 29.05.2017 р.

Тема роботи пов'язана з дослідженням «Природнича освіта учнів у закладах позашкільної освіти» за підтримки Міжнародного Вишеградського фонду.

Тема дослідження затверджена на засіданні Вченої ради Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова (протокол № 8 від 27.12.2017 р.) і узгоджена в бюро Міжвідомчої ради з координації досліджень у галузі освіти, педагогіки і психології (протокол № 5 від

27.11.2018 р.).

Мета дослідження: виявити, теоретично обґрунтувати й експериментально перевірити педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати стан діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти у теорії, історії та педагогічній практиці.
2. Розкрити структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.
3. Здійснити змістову характеристику STEM-підходу як педагогічної умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.
4. Визначити педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.
5. Експериментально перевірити ефективність визначених і теоретично обґрунтованих педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Об'єкт дослідження: позашкільна освіта, формування освітнього процесу і освітньо-виховних систем.

Предмет дослідження: педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти у сучасних умовах.

Гіпотеза дослідження: діяльність фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти буде ефективнішою, якщо:

- врахувати 5-компонентну структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, що включає такі компоненти: нормативний, освітній, кадровий, інформаційний, матеріально-технічний;
- при визначенні педагогічних умов ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти в освітньому процесі застосувати STEM-підхід з 4-ма змістовими лініями: «Science / Наука»,

«Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика».

Методологічною та теоретичною основою дослідження є:

– концептуально-стратегічні положення щодо освіти, які випливають із Конвенції ООН про права дитини, законів України «Про освіту», «Про охорону дитинства», «Про позашкільну освіту», Концепції позашкільної освіти та виховання, Національної доктрини розвитку освіти, Національної стратегії розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, Положення про позашкільний навчальний заклад та ін.;

– фундаментальні положення освіти, психології, педагогіки, філософії (К. Абульханова, Б. Ананьєв, В. Андрущенко, Ю. Бабанський, В. Бех, І. Бех, Л. Благодаренко, В. Василенко, Л. Вовк, Н. Дем'яненко, Л. Виготський, Г. Волинка, М. Жалдак, А. Кава, М. Корець, В. Кремень, О. Леонтєв, І. Матюгін, В. Моляко, Г. Падалка, В. Паламарчук, К. Платонов, Н. Протасова, Н. Рідей, О. Романовський, С. Рубінштейн, В. Романенко, Л. Сущенко, Б. Теплов, О. Хохліна, Н. Чепелева, О. Шевнюк, М. Шеремет, О. Щолокова, В. Ягупов та ін.);

– теоретичні основи щодо позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти (О. Биковська, О. Джус, Б. Купріянов, В. Мадзігон, А. Макаренко, О. Мелентєв, С. Русова, Т. Сущенко, Л. Яременко та ін.);

– праці щодо педагогічних умов, методики та технології навчання фізики (П. Атаманчук, В. Заболотний, С. Каменецький, Б. Кременський, О. Конопельник, Н. Пастернак, О. Радковська, В. Сиротюк та ін.);

– праці щодо педагогічних умов, методики та технології навчання математики (О. Александров, О. Астряб, Г. Бевз, А. Колмогоров, М. Лаврентєв, С. Семенець, С. Скворцова, З. Слєпкань, В. Швець, М. Шкіль та ін.).

Методи дослідження. Для досягнення мети та виконання поставлених завдань на різних етапах наукового пошуку було використано комплекс методів дослідження, а саме:

– *теоретичні*: аналіз і синтез педагогічних, психологічних, соціологічних, філософських наукових знань, нормативних документів, навчальних видань із питань позашкільної освіти, освітнього процесу у закладах позашкільної освіти; порівняння, класифікація, узагальнення даних щодо використання педагогічних умов, методик та технологій освітньої діяльності та освітнього процесу, аналіз тенденцій їх розвитку; систематизація, моделювання та узагальнення теоретичних і методичних основ навчання фізики та математики у закладах позашкільної освіти;

– *емпіричні*: вивчення, аналіз та узагальнення практики діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти; анкетування, бесіди та соціологічне опитування з питань навчання фізико-математичним дисциплінам; педагогічне спостереження педагогічних умов, методики та технології навчання фізики та математики в освітньому процесі закладів позашкільної освіти; формувальний і констатувальний етапи експерименту; аналітична та статистична обробка експериментальних показників з метою об'єктивного аналізу емпіричних даних, а також для підтвердження вірогідності й надійності результатів педагогічного експерименту.

База дослідження. Джерелознавча база дослідження включала нормативно-правові акти (закони, підзаконні акти тощо), наукові праці (монографії, дисертації, автореферати дисертацій, наукові статті і тези тощо), навчально-методичну літературу (навчальні програми, посібники, підручники, довідники, методичні рекомендації тощо) та ін.

Дослідно-експериментальною базою дослідження були заклади позашкільної і вищої освіти: Національний центр «Мала академія наук України», Харківський палац дитячої та юнацької творчості, Центр позашкільної роботи Святошинського району м. Києва, Центр науково-технічної творчості «Сфера» Оболонського району м. Києва, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова.

Також окремими методами експериментальної роботи були охоплені заклади позашкільної освіти України – м. Києва, Житомирської, Івано-

Франківської, Кіровоградської, Львівської, Рівненської, Харківської, Херсонської, Тернопільської й інших областей.

Дослідження проводилося протягом 2012–2019 рр. і включало такі науково-освітні етапи:

I етап, аналітико-констатувальний, (2012–2015 рр.) – вивчення стану розробленості проблеми у науковій літературі та практиці; розробка понятійного апарату дослідження; проведення констатувального етапу експерименту;

II етап, формувально-корекційний, (2015–2017 рр.) – розробка педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти; проведення формувального етапу експерименту;

III етап, узагальнювально-коригувальний (2017–2019 рр.) – узагальнення результатів дослідження, впровадження їх у практику діяльності гуртків закладів позашкільної освіти.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що:

– *вперше* визначено і обґрунтовано педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти; розкрито структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, що включає такі компоненти: нормативний, освітній, кадровий, інформаційний, матеріально-технічний; показники, критерії і рівні освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти;

– *уточнено* зміст понять «фізико-математичний гурток закладу позашкільної освіти»; «педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків у закладах позашкільної освіти», «STEM-підхід у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти»;

– *удосконалено* сутність педагогічних умов у системі позашкільної освіти; формування освітнього процесу у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу як педагогічної умови

його ефективності за 4-ма змістовими лініями «Science / Наука», «Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика»;

– *дістали подальший розвиток* основні положення щодо організації позашкільної освіти в сучасній Україні; діяльності фізико-математичних гуртків у закладах позашкільної освіти; підготовки навчальних програм для гуртків на основі застосування інноваційних підходів.

Практичне значення одержаних результатів дослідження полягає у впровадженні в освітній процес закладів позашкільної освіти розроблених педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти; підготовці та реалізації в освітній діяльності закладів позашкільної освіти навчальних програм та методичних рекомендацій щодо навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти.

Розроблена автором дослідження навчальна програма фізико-математичного гуртка закладу позашкільної освіти отримала гриф «Рекомендовано Міністерством освіти і науки України» (лист МОН України № 1/11-17866 від 11.11.2014 р.).

Матеріали наукової роботи можуть використовуватися педагогічними працівниками закладів позашкільної освіти, науково-педагогічними працівниками та студентами закладів вищої педагогічної освіти, спеціалістами органів управління освіти, науки, культури, молоді та спорту, іншими спеціалістами у сфері позашкільної освіти.

Головні концептуальні положення, рекомендації та практичні матеріали дисертаційної роботи впроваджено в педагогічній практиці, діяльності закладів позашкільної і вищої освіти, що підтверджено відповідними довідками: Центр науково-технічної творчості «Сфера» Оболонського району м. Києва (довідка № 32 від 11.06.2019 р.), Національний центр «Мала академія наук України» (довідка № 172/11/5.1-513 від 11.06.2019 р.), Центр позашкільної роботи Святошинського району м. Києва (довідка № 117 від 03.06.2019 р.), Харківський палац дитячої та юнацької творчості (довідка № 01–16/185 від 11.06.2019 р.), Національний педагогічний університет

імені М. П. Драгоманова (довідка № 01–10/1029 від 29.05.2019 р.).

Автор дослідження особисто здійснював апробацію та практичну реалізацію розроблених ним положень та рекомендацій, працюючи 7 років на посаді керівника фізико-математичного гуртка Центру позашкільної роботи Святошинського району м. Києва.

Особистий внесок автора. У публікаціях автора, підготовлених у співавторстві з акад. В. Г. Бар'яхтаром, внесок здобувача полягає в наступному:

розкриває положення щодо вивчення учнями питань ядерної фізики – у статті [6];

подає технічні характеристики апаратів, що вивчається при розгляді потужності у фізиці – у монографії [7];

описує фізичні основи роботи атомної енергетики, вивчення таких тем з фізики, як фізика атома, атомного ядра, атомної енергетики – у монографії [8];

розкриває стан діяльності закладів позашкільної освіти, подає пропозиції щодо освітнього вектору стратегії розвитку позашкільної освіти – у програмі [9];

представляє додатковий матеріал для учнів щодо показників виробництва та використання електроенергії в країнах Європи, України, США тощо – у статті [11];

аналізує історію використання атомної електроенергетики – у статті [12];

детально розглядає історичні аспекти у вивченні фізики – у монографії [19].

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційного дослідження постійно доповідались і обговорювались на конференціях, семінарах, «круглих столах» різних рівнів із питань позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти, фізико-математичних гуртків.

Протягом 2012–2019 рр. автор дослідження брав участь у понад 30 відповідних наукових заходах, серед яких:

міжнародні: II Міжнародна науково-практична конференція «Наукова еліта у розвитку держав» (Київ, 2012); International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies (Budapest, 2013, 2014, 2015); VI Міжнародна науково-практична конференція «Сучасне дошкілля: реалії та перспективи» (Київ, 2014); II Międzynarodową Konferencję Naukową «Dziecko. Kultura – Sztuka – Edukacja» (Krakow, 2015); International Youth Civic Activity Promotion Conference «The Formula of European Citizen» (Kyiv, 2015); Obrady «Samorząd Studentow Polski oraz Ukrainy: Rozwoj Współpracy» (Krakow, 2016); Загальні збори Міжнародної асоціації екологів університетів та Екологічний форум «Екологія. Освіта. Наука» (Київ, 2016); IV Міжнародна науково-практична конференція «Наукова еліта у розвитку держав» (Київ, 2016); Форум з позашкільної освіти та Загальні збори Міжнародної асоціації позашкільної освіти (Київ, 2016); Міжнародний круглий стіл «Актуальні питання позашкільної освіти в умовах децентралізації та реформування системи освіти» (Київ, 2017); Міжнародний семінар «Розроблення сучасної концепції позашкільної освіти в умовах децентралізації» (Київ, 2017); Міжнародний семінар «Позашкільна освіта: міжнародний досвід» (Київ–Вільнюс–Краків–Прага, 2017); Міжнародна науково-практична конференція «Створення сприятливих умов для розвитку здібностей та інноваційної активності покоління майбутнього» (Київ, 2017); International Research Conference «Towards research-based education» (Vilnius, 2017); Міжнародний форум з позашкільної освіти (Київ, 2017); II Международная научно-практическая конференция «Развитие социального партнерства в интересах детей в контексте интеграции основного и дополнительного образования» (Казахстан, 2018); V Ювілейна міжнародна науково-практична конференція «Наукова еліта у розвитку держав» (Київ, 2018); Українсько-польський семінар «Вільний час у розвитку особистості» (Київ, 2018); Polsko-Ukrainska Konferencja Naukowa «Innowacyjne technologie w nauce i edukacji:

doświadczenia europejskie» (Krakow, 2018); Program «Edukacja pozaszkolna Polska oraz Ukrainy: rozwój wspolpracy» (Krakow, 2018); Obrady «Samorząd Studentow Polski oraz Ukrainy: Rozwoj Wspolpracy» (Krakow, 2018); Міжнародний круглий стіл «Освіта очима польських і українських студентів» (Краків, 2018); Conference «Trends in Ukrainian education in the context of European integration» (Namur, 2018); Генеральна Асамблея Міжнародної асоціації позашкільної освіти (Кропивницький, 2019); IV Międzynarodową Konferencję Naukową «Dziecko. Kultura – Sztuka – Edukacja» (Krakow, 2019); ICTEP 2019 International Council of Environmental Engineering Education «Technology of Environmental Protection» (Slovakia, 2019) тощо;

всеукраїнські: VI Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених «Соціально-економічний розвиток держав: досвід і перспективи» (Київ, 2014); Всеукраїнський теоретико-практичний семінар «Можливості і проблеми розвитку інновацій студентського самоврядування» (Київ, 2014); Всеукраїнський форум педагогічних працівників позашкільної освіти «Позашкільна освіта в умовах децентралізації» (Київ, 2016); науково-практична конференція «Філософія формування цілісного світогляду в сучасній освіті» (Київ, 2017); прес-конференція «Позашкільна освіта – 2018: десять перемог» (Київ, 2018); захід-презентація «Стратегія розвитку позашкільної освіти» (Київ, 2018); Науково-практична конференція «Ціннісний дискурс у суспільстві та освіті» (Київ, 2018); Стратегічна сесія з розвитку позашкільної освіти (Київ, 2018); круглий стіл «Стратегія розвитку позашкільної освіти» (Київ, 2018); науково-практична конференція «Позашкільна освіта: єдність теорії і практики у підготовці юних науковців МАН і НПУ імені М. П. Драгоманова» (Київ, 2019) тощо та на засіданнях науково-дослідної лабораторії теорії та методики позашкільної освіти, кафедри теорії та методики навчання фізики та астрономії Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.

Публікації. Основні положення дисертаційної роботи відображено у 20 публікаціях автора, з них: 5 одноосібних статей у наукових фахових

виданнях України, 1 стаття у зарубіжному науковому періодичному виданні, 4 монографії та програми, 4 статті у збірниках матеріалів і тез конференцій (у тому числі 5 публікацій за кордоном), 6 інших.

.

РОЗДІЛ 1.

ТЕОРІЯ І ПРАКТИКА ДІЯЛЬНОСТІ ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ГУРТКІВ ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

1.1. Фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти як складова системи позашкільної освіти

Позашкільна освіта як невід’ємний складник системи освіти, діяльність фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти у сучасних умовах набуває все більшої значущості і актуальності у зв’язку з впливом на розвиток особистості, громади, держави.

Аналіз сучасного стану позашкільної освіти свідчить, що питання позашкільля, діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти ґрунтуються і відображені як у нормативно-правових актах, теоретичних положеннях, так і в широкій педагогічній практиці. Проаналізуємо їх більш детально.

Встановлено, що «нормативно-правові акти у сфері позашкільної освіти, діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, як основні джерела права і регулювання правовідносин, представлено законами та підзаконними нормативно-правовими актами, що стосуються:

– міжнародного права: Декларація прав дитини (1959) [42], Конвенція ООН про права дитини (1989) [58], Всесвітня декларація про забезпечення виживання, захисту і розвитку дітей (1990) [37], Загальна декларація прав людини (1948) [50] та ін.;

– національного права: Конституція України (1996) [59], Закон України «Про освіту» (1991, 2017) [52], Закон України «Про позашкільну освіту» (2000) [53], Закон України «Про охорону дитинства» (2001), Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні» (1997) [51], Концепція позашкільної освіти та виховання (1996), Національна доктрина розвитку

освіти (2002), Національна стратегія розвитку освіти в Україні на період до 2021 року, Положення про позашкільний навчальний заклад (2001) та ін.» [26].

З'ясовано, що Декларація прав дитини, прийнята резолюцією 1386 (XIV) Генеральної Асамблеї ООН від 20.11.1959 р., встановлює основоположні норми у сфері захисту прав дитини, де один із принципів стосується саме питання освіти, а саме:

«Принцип 7.

Дитина має право на здобуття освіти, яка має бути безоплатною та обов'язковою, щонайменше на початкових рівнях. Дитині має надаватися освіта, яка сприятиме її загальному культурному розвитку і завдяки якій вона зможе, на основі рівності можливостей, розвинути свої здібності та особистий світогляд, а також усвідомити моральну та соціальну відповідальність і стати корисним членом суспільства.

Найкраще забезпечення інтересів дитини має бути керівним принципом для тих, хто несе відповідальність за її освіту і навчання; насамперед таку відповідальність несуть її батьки.

Дитині має бути забезпечена повна можливість відпочинку та ігор, спрямованих на цілі освіти; суспільство та органи публічної влади повинні докладати зусиль для сприяння реалізації зазначеного права» [42].

Важливим документом міжнародного права, який визначає норми щодо прав на освіту, в тому числі позашкільну освіту, є Конвенція ООН про права дитини, схвалена резолюцією 50/155 Генеральної Асамблеї ООН від 20.11.1989 р. і ратифікована Верховної Радою України у 1991 р. [58].

Так, стаття 29 проголошує: «Держави-учасниці погоджуються щодо того, що освіта дитини має бути спрямована на:

а) розвиток особи, талантів, розумових і фізичних здібностей дитини в найповнішому обсязі;

б) виховання поваги до прав людини та основних свобод, а також принципів, проголошених у Статуті Організації Об'єднаних Націй;

с) виховання поваги до батьків дитини, її культурної самобутності, мови і національних цінностей країни, в якій дитина проживає, країни її походження та до цивілізацій, відмінних від її власної;

д) підготовку дитини до свідомого життя у вільному суспільстві в дусі розуміння, миру, терпимості, рівноправності чоловіків і жінок та дружби між усіма народами, етнічними, національними і релігійними групами, а також особами з корінного населення;

е) виховання поваги до навколишньої природи» [26, 58].

У статті 31 Конвенції ООН про права дитини також зазначено:

«1. Держави-учасниці визнають право дитини на відпочинок і дозвілля, право брати участь в іграх і розважальних заходах, що відповідають її віку, та вільно брати участь у культурному житті та займатися мистецтвом.

2. Держави-учасниці поважають і заохочують право дитини на всебічну участь у культурному і творчому житті та сприяють наданню їй відповідних і рівних можливостей для культурної і творчої діяльності, дозвілля і відпочинку» [26, 58].

Встановлено, що Загальна декларація прав людини, прийнята і проголошена резолюцією 217 А (III) Генеральної Асамблеї ООН від 10.12.1948 р., звертає увагу кожної людини щодо її права на освіту [50]. Зокрема, у статті 26 зазначено:

«1. Кожна людина має право на освіту. Освіта повинна бути безплатною, хоча б початкова і загальна. Початкова освіта повинна бути обов'язковою. Технічна і професійна освіта повинна бути загальнодоступною, а вища освіта повинна бути однаково доступною для всіх на основі здібностей кожного.

2. Освіта повинна бути спрямована на повний розвиток людської особи і збільшення поваги до прав людини і основних свобод. Освіта повинна сприяти взаєморозумінню, терпимості і дружбі між усіма народами, расовими або релігійними групами і повинна сприяти діяльності Організації Об'єднаних Націй щодо підтримання миру.

3. Батьки мають право пріоритету у виборі виду освіти для своїх малолітніх дітей» [50].

Також у статті 27 Загальної декларації прав людини окреслюється, що:

«1. Кожна людина має право вільно брати участь у культурному житті суспільства, втішатися мистецтвом, брати участь у науковому прогресі і користуватися його благами.

2. Кожна людина має право на захист її моральних і матеріальних інтересів, що є результатом наукових, літературних або художніх праць, автором яких вона є» [50].

Окрема увага у міжнародних нормативно-правових актах приділяється нормам щодо освіти, у тому числі позашкільної освіти, як зниження рівня неграмотності і надання дітям можливості отримати освіту, незалежно від їхнього походження і статі. Так, Всесвітня декларація про забезпечення виживання, захисту і розвитку дітей, прийнята Всесвітньою зустріччю на вищому рівні в інтересах дітей у Нью-Йорку 30.09.1990 р., у пункті 6 частини 20 вказує, що: «Ми будемо прагнути здійснити програми, які знизять рівень неграмотності і нададуть усім дітям можливість отримання освіти незалежно від їхнього походження і статі; які підготують дітей до трудової діяльності та нададуть можливості для отримання освіти протягом усього життя, наприклад, шляхом професійної підготовки; і які дадуть дітям можливість досягти повноліття, відчуваючи підтримку та в сприятливих культурних і соціальних умовах» [37].

Аналіз документів міжнародного права показує, що Європейська соціальна хартія від 18.10.1961 р. у пункті 9 частині I встановлює право кожної людини «на належні умови для професійної орієнтації, метою якої є допомогти їй вибрати професію згідно зі своїми особистими здібностями та інтересами», а пункт 10 цієї ж частини проголошує, що «кожна людина має право на належні умови професійної підготовки» [46].

Встановлено, що стаття 10 Європейської соціальної хартії присвячена праву на професійну підготовку. Так, у частині 2 вказується: «Започаткувати

систему виробничого навчання та інші регулярні програми професійної підготовки підлітків – хлопців та дівчат – з різних професій або сприяти функціонуванню такої системи» [46].

Важливим документом міжнародного права, що представляє питання освіти, у тому числі позашкільної освіти, є Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) «Про основні компетенції для навчання протягом усього життя» від 18.12.2006 р. [74].

Так, частина 6 преамбули вказує: «У звіті Ради про розширення функцій освіти, прийнятому в листопаді 2004 року, було підкреслено, що освіта допомагає зберегти та відновити загальний культурний рівень суспільства і прищепити важливі соціальні та громадянські цінності, такі як громадянство, рівність, толерантність та повагу, і освіта є особливо важливою у час, коли всі держави-члени стикаються з питанням зростання соціального та культурного різноманіття. Крім того, надання людям можливості вступити в трудове життя та продовжити його – важливе завдання освіти щодо укріплення соціальної єдності» [74].

Встановлено, що у частині 2 звертають увагу на «розробки відповідних положень для молодих людей, які через прогалини в освіті через особисті, соціальні, культурні чи економічні умови потребують особливої підтримки у розкритті свого освітнього потенціалу» [74].

Слід відмітити, що у додатку «Основні компетенції для навчання протягом усього життя – європейські еталонні рамки» в умовах та цілях вказано, що «освіта, виконуючи подвійну функцію – соціальну та економічну, відіграє особливу роль у наданні європейським громадянам основних компетенцій для зручного пристосування до таких змін» [74].

З'ясовано, що еталонні рамки визначають 8 основних компетенцій, серед яких окремо акцентується «знання математики та загальні знання у сфері науки і техніки» [74]. Так, частина А встановлює, що «знання математики – це можливість розвивати та застосовувати математичне мислення для розв'язання ряду задач у повсякденних ситуаціях. При

виробленні здібності до кількісного мислення сам процес та діяльність важливі так само, як і знання. Знання математики передбачає, у різних ступенях, здатність та готовність застосовувати математичний спосіб мислення (логічне та просторове мислення) та власне застосування (формули, моделі, конструкції, графіки та діаграми)» [74].

Наступна частина В визначає, що «знання у сфері науки означають здатність та готовність використовувати основи знань та методології для пояснення світу природи, щоб визначити проблеми та зробити висновок, заснований на доказах. Знання у сфері техніки розглядається як застосування цих знань та методології у відповідь на сприйняття бажань та потреб людини. Знання у сфері науки та техніки передбачає розуміння змін, спричинених людською діяльністю, та відповідальність кожного громадянина» [74].

Наступним документом, що значну увагу приділяє питанням освіти, є Договір про заснування Європейської Спільноти як консолідована версія від 01.01.2005 р. [45].

У Договорі одне з положень встановлює «непохитне прагнення сприяти розвитку якнайвищого рівня знань своїх народів через широкий доступ до освіти та постійне оновлювання знань» [45].

Зокрема, у частині 1 статті 149 визначено, що «спільнота сприяє розвитку якості освіти, заохочуючи співпрацю держав-членів та, в разі потреби, підтримуючи й доповнюючи їхні дії, цілковито шануючи обов'язки держав-членів щодо змісту навчання та організації освітніх систем, а також їхнє культурне та мовне розмаїття» [45].

При цьому частина 1 статті 151 засвідчує: «Спільнота сприяє розквітові культур держав-членів, шанує їхнє національне та регіональне розмаїття й водночас підносить спільну культурну спадщину» [45].

У процесі дослідження встановлено, що серед нормативно-правових актів для позашкільної освіти, діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти важливою є Саламанська декларація про

принципи, політику та практичну діяльність у галузі освіти осіб з особливими освітніми потребами та Рамки Дій щодо освіти осіб з особливими освітніми потребами від 10.06.1994 р. [80].

Зокрема, мета Рамки Дій щодо освіти осіб з особливими освітніми потребами полягає в тому, щоб «служувати основою для розробки політики і орієнтувати діяльність урядів, міжнародних організацій, національних установ із надання допомоги, неурядових організацій та інших органів, спрямованих на її виконання» [80].

Окрім того, у пункті 52 акцентується, що «інтеграція дітей та молодих людей з ООП буде проходити більш ефективно і успішно, якщо у планах розвитку освіти особлива увага буде приділятися наступним цільовим галузям: дошкільна освіта, щоб усі діти могли мати можливість отримувати освіту, освіта дівчат і перехід від навчання до дорослого трудового життя» [80].

Отже, узагальнюючи основні норми міжнародних документів щодо освіти, у тому числі позашкільної освіти, зазначимо, що всі вони:

1. підкреслюють важливість освіти;
2. зосереджують увагу на розвитку особи, її розумових та фізичних здібностей дитини, таланту в найповнішому обсязі;
3. наголошують на рівності прав на освіту, зниженні рівня неграмотності і обстоюють надання дітям можливості отримати освіту, незалежно від їхнього походження і статі;
4. звертають особливу увагу на національну ідентичність, традиції і особливості.

Аналіз нормативно-правових актів у сфері освіти показує, що в Україні представлено широкий спектр документів національного права – закони і підзаконні акти, які регламентують норми щодо освіти, у тому числі позашкільної освіти, а також діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Так, право кожного на здобуття позашкільної освіти закріплено в

Основному Законі України – Конституції України, прийнятій на п'ятій сесії Верховної Ради України 28.06.1996 р. [59].

Встановлено, що стаття 23 Конституції України визначає: «Кожна людина має право на вільний розвиток своєї особистості, якщо при цьому не порушуються права і свободи інших людей, та має обов'язки перед суспільством, в якому забезпечується вільний і всебічний розвиток її особистості» [59].

Особливої уваги у питанні права на позашкільну освіту заслуговують статті 53 і 54 Конституції України. Зокрема, стаття 53 регламентує: «Держава забезпечує доступність і безоплатність дошкільної, повної загальної середньої, професійно-технічної, вищої освіти в державних і комунальних навчальних закладах; розвиток дошкільної, повної загальної середньої, позашкільної, професійно-технічної, вищої і післядипломної освіти, різних форм навчання; надання державних стипендій та пільг учням і студентам» [59]; стаття 54 проголошує, що «громадянам гарантується свобода літературної, художньої, наукової і технічної творчості, захист інтелектуальної власності, їхніх авторських прав, моральних і матеріальних інтересів, що виникають у зв'язку з різними видами інтелектуальної діяльності» [59].

Слід відмітити, що серед нормативно-правових актів у сфері позашкільної освіти і стосовно діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти вагомую роль має Закон України «Про освіту».

Встановлено, що Закон України «Про освіту», прийнятий у 1991 р., і його редакція 2017 р., перш за все, закріпили терміни «позашкільна освіта», «заклади позашкільної освіти»; по-друге, врегулювали позашкільну освіту як невід'ємний складник системи освіти та рівень освіти, що відповідає нульовому – третьому рівню Національної рамки кваліфікацій [52].

Також у статтях 1, 3, 4, 7, 10, 13, 14, 19, 58, 66, 78, 79 Закону України «Про освіту» (2017) визначено нормативно-правове регулювання норм щодо позашкільної освіти, закладів позашкільної освіти [52].

Так, частина 3 статті 3 Закону України «Про освіту» встановлює, що «право особи на освіту може реалізовуватися шляхом її здобуття на різних рівнях освіти, у різних формах і різних видів, у тому числі шляхом здобуття дошкільної, повної загальної середньої, позашкільної, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої, вищої освіти та освіти дорослих» [52].

Слід відмітити, у статті 4 Закону України «Про освіту» щодо забезпечення права на безоплатну освіту зазначено: «Держава забезпечує розвиток дошкільної, повної загальної середньої, позашкільної, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої, вищої і післядипломної освіти відповідно до законодавства» [52].

При цьому частина 2 статті 4 вказує, що «Право на безоплатну освіту забезпечується: для здобувачів позашкільної, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та післядипломної освіти – у закладах освіти чи інших суб'єктів освітньої діяльності за рахунок фінансування з державного та/або місцевого бюджетів у порядку, встановленому законодавством» [52].

Окрема увага в Законі України «Про освіту» приділяється питанню структури освіти. Так, стаття 10 Закону України «Про освіту» встановлює складники та рівні освіти, де у частині 1 зазначено: «Невід'ємними складниками системи освіти є: дошкільна освіта; повна загальна середня освіта; позашкільна освіта; спеціалізована освіта; професійна (професійно-технічна) освіта; фахова передвища освіта; вища освіта; освіта дорослих, у тому числі післядипломна освіта» [52].

Також частина 3 статті 10 Закону України «Про освіту» вказує, що «у системі позашкільної освіти та освіти дорослих (включно з післядипломною освітою) можуть здобуватися часткові кваліфікації відповідного рівня Національної рамки кваліфікацій.

Часткові кваліфікації, які здобуваються в системі позашкільної освіти, можуть відповідати нульовому – третьому рівням Національної рамки

кваліфікацій» [52].

Встановлено, що стаття 14 Закону України «Про освіту» визначає основоположні норми і положення щодо позашкільної освіти.

Серед них – мета позашкільної освіти, управління і фінансування позашкільної освіти, закладів позашкільної освіти.

Так, зокрема, частина 1 статті 14 Закону України «Про освіту» визначає: «Метою позашкільної освіти є розвиток здібностей дітей та молоді у сфері освіти, науки, культури, фізичної культури і спорту, технічної та іншої творчості, здобуття ними первинних професійних знань, вмінь і навичок, необхідних для їхньої соціалізації, подальшої самореалізації та/або професійної діяльності» [52].

При цьому в частині 6 статті 14 Закону України «Про освіту» вказано, що: «Органи місцевого самоврядування створюють умови для доступності позашкільної освіти шляхом формування, утримання та розвитку мережі закладів позашкільної освіти відповідно до освітніх, культурних, духовних потреб та запитів населення» [52].

Слід відмітити, що Закон України «Про освіту» окрему увагу акцентує і на питанні «формування ключових компетентностей, необхідних кожній сучасній людині для успішної життєдіяльності» [52].

Так, частиною 1 статті 12 виділяється «математична компетентність» і «компетентності у галузі природничих наук, техніки і технологій» [52].

Встановлено, що частиною 26 статті 1 Закону України «Про освіту» визначено спеціальні закони – закони України, серед яких Закон України «Про позашкільну освіту» (2000) [53].

При цьому Закон України «Про позашкільну освіту», згідно з Конституцією України, встановлює і регламентує питання державної політики щодо позашкільної освіти. Зокрема, ним визначені «її правові, соціально-економічні, а також організаційні, освітні та виховні засади позашкільної освіти» [53].

З'ясовано, що до Закону України «Про позашкільну освіту» включено

тридцять статей та вісім розділів, які регламентують норми щодо позашкільної освіти, а саме:

Розділ I «Загальні положення»;

Розділ II «Організація позашкільної освіти»;

Розділ III «Організація позашкільної освіти у закладі позашкільної освіти»;

Розділ IV «Учасники освітнього процесу в закладі позашкільної освіти»;

Розділ V «Фінансово-господарська діяльність і матеріально-технічна база закладу позашкільної освіти»;

Розділ VI «Міжнародне співробітництво»;

Розділ VII «Відповідальність за порушення законодавства про позашкільну освіту»;

Розділ VIII «Прикінцеві положення» [53].

Як слідує з зазначеного Закону, відповідно до абзацу другого статті 1, «позашкільна освіта – сукупність знань, умінь та навичок, що здобувають вихованці, учні і слухачі в закладах позашкільної освіти, інших суб'єктах освітньої діяльності за програмами позашкільної освіти» [53].

При цьому абзац другий статті 1 визначає, що «заклад позашкільної освіти – складова системи позашкільної освіти, яка надає знання, формуючи вміння та навички за інтересами, забезпечує потреби особистості у творчій самореалізації та інтелектуальний, духовний і фізичний розвиток, підготовку до активної професійної та громадської діяльності, створює умови для соціального захисту та організації змістовного дозвілля відповідно до здібностей, обдарувань та стану здоров'я вихованців, учнів і слухачів» [53].

Таким чином, саме заклади позашкільної освіти як складова системи позашкільної освіти є інституціями, що забезпечують її надання.

Окрему увагу в контексті діяльності цих закладів доцільно звернути на гуртки закладів позашкільної освіти.

Так, стаття 1 визначає, що гуртки належать до системи позашкільної

освіти, а стаття 5 – що вони становлять її структуру.

Шляхом аналізу інших нормативно-правових актів щодо гуртків закладів позашкільної освіти, у тому числі Положення про позашкільний навчальний заклад, затверджене постановою Кабінету Міністрів України від 06.05.2001 р. № 433, встановлено, що «гурток – об'єднання вихованців, учнів і слухачів відповідно до їх нахилів, здібностей, інтересів до конкретного виду діяльності з урахуванням їх віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я» [72].

Окрему увагу питанням функціонування гуртків закладів позашкільної освіти як складової системи позашкільної освіти необхідно приділити при аналізі Закону України «Про місцеве самоврядування в Україні» (1997). Адже саме виконавчі органи сільських, селищних, міських рад згідно зі статтею 32 мають здійснювати «створення необхідних умов для виховання дітей, молоді, розвитку їх здібностей, трудового навчання, професійної орієнтації, продуктивної праці учнів, сприяння діяльності дошкільних та позашкільних навчально-виховних закладів, дитячих, молодіжних та науково-просвітницьких організацій» [51].

У процесі дослідження виявлено, що органами місцевого самоврядування, у тому числі в об'єднаних територіальних громадах, відкриваються і функціонують заклади позашкільної освіти з фізико-математичними гуртками.

Таким чином, нормативно-правові акти у сфері позашкільної освіти забезпечують функціонування і розвиток діяльності закладів позашкільної освіти в Україні, зокрема фізико-математичних гуртків.

Водночас, важливим постає питання розкриття теоретичних положень діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Аналіз наукових праць свідчить, що до питань позашкільної освіти, функціонування закладів позашкільної освіти, в тому числі діяльності гуртків, зверталися науковці різних галузей у різний період.

У контексті нашого дослідження важливими є наукові напрацювання

щодо позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти класиків педагогіки. Цієї проблеми торкалися В. Вахтеров [33], К. Вентцель [34], Й. Гербарт [69], Я. Коменський [56], М. Пирогов [70], С. Русова [77], Ж-Ж. Руссо [78], К. Ушинський [95] та ін.

У процесі дослідження виявлено, що основні положення щодо позашкільної освіти, в тому числі діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, у свої працях розглядали сучасні українські вчені О. Биковська [16], В. Берека [11], В. Вербицький [35], О. Джус [43], О. Єгорова [47], Г. Попова [71], Г. Пустовіт [73], О. Савенко [79], Т. Сущенко [92], С. Уварова [94], Л. Яременко [103] та ін. Проаналізуємо роботи класиків і сучасних вчених більш детально.

Встановлено, що серед фундаторів вітчизняної позашкільної освіти – С. Русова, яка зробила великий вклад у її розвиток. Педагог акцентувала увагу на діяльності закладів позашкільної освіти, зокрема, на необхідності створенні їх мережі: «Тільки планомірно зроблена сітка безплатних закладів позашкільної освіти може нам забезпечити за якийсь десяток літ помітний розвиток освіти і морального виховання» [77].

На важливість позашкільної освіти вказують і роботи К. Вентцеля, який обґрунтував і представив діяльність закладу позашкільної освіти – «Будинку вільної дитини», розкрив питання розвитку творчих здібностей, незалежної, самостійної особистості [34].

З'ясовано, що П. Каптерев велику увагу приділяв питанням демократизації освітнього процесу, самоврядування учнів, їхнім здібностям і нахилам, наголошуючи на тому, що навчальні предмети повинні слугувати, насамперед, засобом розвитку особистості дитини [54].

Значною мірою зберігають свою актуальність і дослідження В. Вахтерова щодо позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти. У своїх працях він, зокрема, обстоював необхідність недільних шкіл, курсів, лекцій, які захищатимуть від впливу вулиці, що «розбещує в найбільш небезпечному перехідному віці» [33].

Важливими в контексті нашого дослідження є праці Є. Мединського, що мають велике значення для обґрунтування суспільного і педагогічного сенсу позашкільної освіти, особливостей діяльності закладів позашкільної освіти. Вчений аналізував потенціал закладів позашкільної освіти, що має реалізуватися в суспільстві, а саме:

«1) надзвичайна вигідність із фінансової і господарської точки зору;

2) безперечна зручність для населення в сенсі користування ними і розвитку своїх інтересів: окремі особистості, охочі, наприклад, користуватися тільки бібліотекою, мимоволі зацікавляться й іншими формами позашкільної освіти;

3) поєднання в струнку систему позашкільної освіти окремих освітніх заходів підсилює освітньо-виховний ефект кожного з них» [66].

Серед праць, що обґрунтовують значення виховного впливу на дитину, її особистісного самовизначення як завдання педагога, перш за все, доцільно виокремити роботи засновника «Великої дидактики» Я. Коменського [56]. Вчений звертав увагу на шляхи розвитку можливостей кожної особистості, необхідність з дитинства виховувати кращі риси і підкреслював: «Нехтування вихованням є загибель людей, сімей, держави і всього світу» [57].

Важливими у контексті дослідження питань діяльності гуртків закладів позашкільної освіти, навчання у них учнів є праці Ж-Ж. Руссо, який розкриває теорію вільного виховання [78].

При цьому, «педагогічні погляди Руссо, засновані на гуманізмі і демократизмі, відіграли важливу роль у розвитку поглядів на завдання і методи виховання в кін. XVIII – на поч. XIX ст.» [99].

Й. Герbart акцентував увагу на питанні виховуючого навчання, «висунув чотири ступені (принципи) навчання: ясність, асоціація, система, метод» [69].

Встановлено, що Й. Песталоцці, який представив метод елементарної освіти, особливу увагу приділяв позашкільній освіті, діяльності закладів

позашкільної освіти. При цьому «до елементарних засобів будь-якого навчання відносив число, форму, слово» [69].

Слід відзначити, що праці нашого співвітчизника М. Пирогова мають вагомe значення в контексті розробки теоретичних і практичних засад позашкільної освіти, обстоюючи ідеї щодо розвитку потреби дітей у творчій діяльності, самопізнання у процесі виховання.

Окрему увагу питанням позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти приділяв К. Ушинський. Зокрема, видатний педагог відзначав проблему всебічного розвитку особистості, де особливо акцентував роль праці у цьому процесі. У спеціальному дослідженні «Праця в її психічному і виховному значенні» він підкреслює, що свідома «творча праця є не тільки явищем розумового життя, а й засобом формування моральних якостей людини» [95].

Привертають увагу роботи В. Сухомлинського, який визначав, що метою виховання є вільний розвиток дитини як активної особистості. Особливу увагу вчений звертав на цінність позашкільної діяльності гуртків, підкреслюючи: «Гурткова робота не добавка до уроків, а самостійна дорога у світ пізнання» [90].

Історико-теоретичні основи позашкільної освіти, в тому числі діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, досліджували В. Берека [11], О. Биковська [16], О. Джус [43], Т. Сущенко [92] та ін.

Доц. О. Джус, досліджуючи творчу спадщину Софії Русової періоду еміграції (1922–1940 рр.), вказує, що «за безпосередньою участю С. Русової були розроблені чіткі орієнтири розбудови системи позашкільної освіти, здійснені конкретні кроки» [43].

Так, проф. В. Берека вивчає основи соціально-педагогічного розвитку позашкільної освіти в Україні з 1957 по 2000 рр. і встановлює, що «впродовж досліджуваного періоду позашкільна освіта не лише залишалась сталим педагогічним явищем, але й розвивалася на відповідній науково-теоретичній

базі у зв'язку із соціально-педагогічними процесами, що відбувалися в освіті та оточуючому середовищі» [11].

Водночас, окремі питання досвіду позашкільної освіти в історичній ретроспективі вивчає проф. О. Биковська й виділяє п'ять укрупнених хронологічних етапів розвитку позашкільної освіти: «I етап – до X ст., який характеризується створенням передумов виникнення позашкільної освіти, а також спрямуванням її змісту на оволодіння елементарними трудовими вміннями і навичками; II етап – X–XV ст.ст., де активізація освітньої діяльності призвела до розвитку шкільництва, позашкільля, появи перших методичних настанов, а також відкриття іноземних закладів, ознайомлення з іншими культурами; III етап – XVI – початок XX ст., що полягав у подальшому розвитку позашкільної освіти, розширенні її змісту на засадах народних традицій, народної та козацької педагогіки, урізноманітненні форм організації в позашкільних та інших навчальних закладах; IV етап – 20–80-ті рр. XX ст., де відбувалося розширення мережі позашкільних навчальних закладів, їх функціонування як центрів організаційно-масової та інструктивно-методичної роботи, формування позашкільної освіти як системи, розвиток змісту і форм її організації; V етап – сучасний, що розпочався в 1991 р. і характеризується становленням і розвитком системи позашкільної освіти в нових історичних умовах, наданням їй статусу складової системи безперервної освіти України, пошуком нових науково обґрунтованих підходів до гарантованої успішної діяльності позашкільних навчальних закладів у сучасних умовах» [16].

Встановлено, що першим ученим у Незалежній Україні, яка дослідила питання педагогічного процесу у позашкільних закладах, стала проф. Т. Сущенко. Дослідниця наголосила, що «цілі позашкільних навчальних закладів глибоко гуманні: пробудити у дитини віру в свої сили й можливості, всебічно розвивати творчу особистість» [92].

«Призначення позашкільної роботи – спрямування подальшого всебічного розвитку дитини на збагачення «концепції» її життєдіяльності, на

більш глибоке бачення нею довколишнього світу.

Це – єдиний педагогічний процес у системі освіти, здатний створювати умови для найповнішого врахування природних задатків дитини, формувати повноцінну, самодостатню особистість, суверенну творчу індивідуальність за її бажанням та її інтересами. У цьому полягає його (позашкільного педагогічного процесу) унікальність і відмінність від усіх інших навчально-виховних процесів. Це процес, в якому діти навчаються залюбки, без будь-якого тиску й обов'язковості» [92].

Значущими у контексті нашого дослідження є праці проф. О. Биковської, яка розкриває питання теоретико-методичних основ позашкільної освіти, сутність теорії та практики позашкільної освіти й здійснює наукове обґрунтування позашкільної освіти як системи. Важливою є розроблена дослідницею методика позашкільної освіти в позашкільних навчальних закладах на основі компетентнісного підходу.

О. Биковська вказує, що «у сучасних умовах позашкільна освіта – це складова системи безперервної освіти, цілеспрямований процес і результат навчання, виховання, розвитку та соціалізації особистості у вільний час у позашкільних навчальних закладах та інших соціальних інституціях» [16].

При цьому вчена обґрунтовує положення, що «у визначенні та розробці ефективної в сучасних умовах методики позашкільної освіти є доцільним використання компетентнісного підходу.

У структурі компетентностей, що становлять основу реалізації компетентнісного підходу в позашкільній освіті, необхідно виділяти пізнавальну, практичну, творчу і соціальну компетентності» [16].

Сучасні українські вчені розглядають можливості позашкільної освіти в різних аспектах її функціонування. Так, доц. С. Уварова досліджує питання самореалізації творчої особистості учня в художньо-естетичному напрямі позашкільної освіти [94], акцентуючи увагу на загальнопедагогічних засадах організації останньої. Дослідниця визначає, зокрема, що «самореалізація особистості є важливим показником життєдіяльності особистості. При цьому

важливою умовою самореалізації є саморозвиток індивіда, що виступає як прояв суб'єктної активності в будь-якій діяльності, зокрема у творчій» [94].

«Самореалізація особистості неможлива у відриві від діяльності та комунікації. У процесі такої діяльності або комунікації індивід стає суб'єктом і об'єктом взаємодії одночасно. По-перше, він вчиться висувати ідеї та втілювати їх в життя, аналізувати свої та чужі помилки. По-друге, процес його діяльності контролює педагог та коригує в разі необхідності», – вказує С. Уварова [94].

Доц. Л. Яременко у своєму дослідженні представляє розвиток креативної особистості у позашкільних навчальних закладах [103]. Так, вона визначає, що «розвиток креативної особистості у позашкільних навчальних закладах – це цілеспрямований процес творчої діяльності дітей, що передбачає оволодіння ними сукупністю знань, умінь і навичок, здібностей, якостей, необхідних їм для успішного розв'язання проблем, самореалізації в майбутньому» [103].

Слід наголосити, що самореалізація, на значущості якої наголошують учені, є одним із найважливіших орієнтирів діяльності закладів позашкільної освіти.

Проф. К. Абульханова-Славська встановлює, що самореалізація – це спосіб, завдяки якому людина реалізує себе як особистість у діяльності, в спілкуванні, у вирішенні життєвих потреб [6]. Це обумовлено тим, що головною метою розвитку особистості є якомога повніша реалізація самої себе і співучасть у цьому процесі з іншими людьми.

Проф. О. Матвієнко досліджує питання морального виховання молодших школярів позашкільної та позаурочної діяльності. Вчена відмічає, що «позашкільні навчальні заклади, школа і сім'я є виховним середовищем» [65], у якому школяр отримує найважливіші передумови своєї моральності як у нинішньому, так і в майбутньому житті.

Доц. О. Савенко розкриває питання економічної підготовки учнів у позашкільних навчальних закладах [79]. При цьому встановлюється, що «у

сучасних умовах економічна підготовка учнів позашкільних навчальних закладів – це цілеспрямований процес підготовки особистості до життя в умовах становлення та розвитку ринкової економіки, що передбачає оволодіння сукупністю економічних знань, умінь та навичок, економічних здатностей, необхідних для успішної самореалізації в суспільстві» [79].

Доц. О. Єгорова вивчає питання розвитку позашкільної освіти у США [47]. За її словами, «позашкільна освіта у Сполучених Штатах Америки – це освітня діяльність, спрямована на виховання дітей і молоді, підвищення рівня їх освіти та суспільної мотивації, забезпечення міцного здоров'я, відвернення від девіантної поведінки у позашкільний час» [47].

При цьому дослідниця здійснює історико-педагогічний генезис функціонування і розвитку позашкільної освіти у США та виокремлює в цьому етапі основні етапи та періоди [47]. Серед них виділяє наступні:

«I етап (1850–1920 рр.) – виникнення у США перших позашкільних закладів – клубів для хлопців (Boys' Club).

II етап (1921–1959 рр.) – розбудова і розширення мережі позашкільних закладів США, удосконалення програм позашкільної освіти, залучення дівчат у позашкільну діяльність, поява дитячих організацій та клубів.

III етап (1960–1990 рр.) – розвиток законодавчого забезпечення позашкільної освіти, прийняття Закону «Про початкову і середню освіту» (Elementary and Secondary Education Act (ESEA)), проведення Першої конференції з питань дітей і молоді (White House Conference on Child and Youth), ініційованої Білим домом, затвердження Акта розвитку дитини (Child Development Act).

IV етап (1991–2008 рр.) – фінансова допомога і підтримка державою позашкільної освіти, активізація діяльності Громадських центрів навчання 21-го століття (21st Century Community Learning Centers (21 CCLCs)).

V етап (2009 р. – по теперішній час) – зростання активності та розвиток системи позашкільної освіти, мережі позашкільних закладів,

місцевих позашкільних ініціатив як на рівні штату, так і між штатами, прийняття Закону «Кожен Студент Досягає Успіху» (Every Student Succeeds Act (ESSA))» [47].

В. Стрижалковська розкриває питання розвитку обдарованих дітей у позашкільній освіті Чеської Республіки [88], акцентуючи важливість цього напрямку.

Доц. Г. Попова представляє методику навчання дизайну одягу старшокласників у позашкільних навчальних закладах [71], наголошуючи на системному характері їхньої діяльності. Зокрема, дослідниця визначає, що «важливим в організації навчання учнів дизайну одягу в позашкільних навчальних закладах є дизайн-студія, яка за своєю сутністю є методичною системою.

Дизайн-студія позашкільного навчального закладу – це складова системи позашкільної освіти, котра забезпечує реалізацію змісту навчання учнів дизайну одягу в спеціально оснащеному приміщенні для проектування та виготовлення одягу, що сприяє творчому розвитку особистості» [71].

Проф. В. Вербицький акцентує увагу на розвитку позашкільної еколого-натуралістичної освіти в Україні [35], а проф. Г. Пустовіт – на теоретико-методичних основах екологічної освіти та виховання учнів у позашкільних навчальних закладах [73].

Аналіз тематики захищених протягом останніх років дисертацій показав, що питання позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти залишається в центрі уваги науковців (Г. Вороніна, І. Мерилова, І. Мосякова, І. Наумчук та ін.).

У процесі дослідження виявлено також, що велика увага науковців приділяється питанням теорії і методики фізики і математики, вивчення цих дисциплін у системі позашкільної і загальної середньої освіти.

Так, підкреслюючи важливість фізики та математики для людини і людства, проф. Б. Кремінський стверджує, що: «...фізика разом з математикою розвивають здатність людини мислити... фізика є наукою,

рівень розвитку якої визначає науково-технічний потенціал держави, що, в свою чергу, визначає обороноздатність країни. Але, при всій важливості, вивчення фізики не можна зробити ні простим, ні швидким, ні дешевим. Фундаментальна наука потребує відповідного підходу» [61].

Важливість математики, точних наук у житті кожної дитини підкреслює Н. Гозян: «Математика – це потужний фактор інтелектуального розвитку дитини. Саме точні науки сприяють формуванню пізнавальних та творчих здібностей дитини. Одним із засобів зацікавлення учнів математикою є добре продумана позакласна робота. Вона є однією з форм організації пізнавальної діяльності учнів різного віку, але, разом з тим, вимагає конкретних знань, ерудованості, широкої обізнаності з математичних дисциплін» [39].

О. Степура у своїй навчальній програмі з позашкільної освіти приходить до такого визначення: «Інженерія (від лат. *ingenium* – здібність, винахідливість) – галузь людської інтелектуальної діяльності по застосуванню досягнень науки до вирішення конкретних проблем людства. Це реалізується через застосування як наукових знань, так і практичного досвіду (інженерних навичок, умінь) до створення (перш за все проектування) корисних (найчастіше технологічних) процесів та технічних об'єктів, що реалізують такі процеси» [87].

Розглядаючи важливість інженерії, стверджується, що «сучасна інженерна діяльність являє собою найзрілішу форму трудової діяльності, безпосередньо спрямованої на вирішення технічних завдань і створення техніки. Техніка є те єдине, що об'єднує всіх інженерів, незалежно від того, в якій сфері суспільного життя використовується їхня праця» [87].

Розглядаючи математику в позашкільній освіті і розробивши власну програму «Математика: позашкільний компонент», Н. Гозян наголошує на важливості «... формування компетентностей особистості в процесі математичної позашкільної освіти, а саме формування в учнів уявлень про математику як форму опису та метод пізнання дійсності, розуміння ролі

математики в сучасному житті, закріплення базових математичних понять на рівні практичного використання» [39].

Основні завдання, представлені Н. Гозян у програмі з математики для системи позашкільної освіти з науково-технічного напрямку «... полягають у формуванні таких компетентностей, як пізнавальна, практична, творча та соціальна» [39].

О. Липецький та Л. Сук, розробивши власну навчальну програму гуртка юних дослідників, наголошують, що «формування пізнавальної активності, системного мислення, самостійного дослідницького пошуку у вихованців є одним із завдань науково-технічного напрямку позашкільної освіти» [63]. Вони також зосереджують свою увагу на важливості того, що «...школярі набувають знань, умінь та навичок під час проведення дослідів та експериментів, вивчаючи навколишній світ» [63].

Встановлено, що О. Липецький та Л. Сук також загострюють увагу на питанні зв'язків між школою та закладами позашкільної освіти, зазначаючи: «Особливу увагу слід приділяти міжпредметним зв'язкам, пояснюючи складність та багатогранність навколишнього світу. У процесі занять вихованці поглиблюють знання з шкільних предметів: математики, природознавства, «Я у світі», опановують методи та прийоми роботи, необхідні для проведення досліджень, спостережень та експериментів» [63].

У процесі дослідження виявлено, що Л. Марисюк, Н. Винокур, розглядаючи сучасні виклики та конкурентність, зауважують: «Динамічні зміни, що відбуваються у сучасному суспільстві, обумовлюють нові вимоги до освітньої підготовки фахівців. Сьогодні конкурентоспроможна та людина, яка здатна до практичного використання отриманих знань та умінь. В умовах інтеграції у світову систему освіти особливо актуальним стає забезпечення належного рівня якості технічної освіти, що неможливо без базової математичної підготовки» [64].

Обстоюючи важливість застосування математичних знань у реальному житті, Л. Марисюк та Н. Винокур констатують, що «на основі

засвоєних знань з математики вихованці вчать розв'язувати математичні задачі, які моделюють реальні життєві ситуації практичного змісту, використовувати математичні ідеї та методи для знаходження виходу з різних життєвих ситуацій. Велика увага приділяється застосуванню математичних знань у техніці» [64].

При цьому у змісті навчання з позашкільної освіти гуртка предметно-технічного профілю «Розвиток математичних здібностей» педагоги акцентують наступне: «Основні завдання полягають у формуванні таких компетентностей: пізнавальна – розширення та поглиблення математичних знань; практична – набуття навичок розв'язування задач практичного, логічного, проблемно-пошукового характеру та їх застосування в повсякденному житті; математична – уміння застосовувати математичні методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах діяльності; творча – розвиток просторового, логічного та критичного мислення, інтуїції, фантазії, творчого підходу до розв'язування математичних завдань, самореалізації та самовдосконалення; соціальна – задоволення потреб особистості у спілкуванні, формування товариських відносин, самостійності, наполегливості, впевненості у собі» [64].

Враховуючи, що фізико-математичні гуртки можна відносити і до дослідницько-експериментального напрямку, також доречним бачиться розгляд питання щодо навчання учнів, які займаються дослідницькою діяльністю в галузі природничих наук: для них «значущим є вміння ставити і розв'язувати проблеми, пов'язані з різноманітними природними явищами, досліджувати та моделювати ці явища, перевіряти експериментально слушність отриманих результатів» [100].

Встановлено, що програму «Наукові дослідження у фізиці» предметно-технічного профілю «спрямовано на розширення уявлень учнів про характер процесу наукового пізнання, розуміння фундаментальних закономірностей природи та технічних систем, послідовне, цілеспрямоване

формування у дітей єдиної природничо-наукової картини світу» [100]; тим самим акцентується увага на міждисциплінарному підході до навчання.

А. Шарабура та О. Артем'єва вбачають важливим звернути увагу на міждисциплінарність математики, фізики та техніки: «Мета курсу полягає у формуванні компетентностей особистості в процесі засвоєння знань про характер наукового процесу пізнання природи, усвідомлення цілісності та універсальності математичних, фізичних та технічних методів опису законів природи і техніки» [100].

Варто відзначити, що проблема нецілісності шкільної освіти піднімається С. Білоус, О. Артем'євою, які у навчальній програмі з позашкільної освіти «Сучасна фізика та проблеми природознавства як основа філософії» відзначають: «Основу світогляду освіченої людини становить природознавство. Тому важливим є введення для старшокласників спеціального інтегрованого курсу «Сучасна фізика та проблеми природознавства як основа філософії», який дозволив би переосмислити шкільні знання, узагальнити їх, пов'язати з історичним розвитком науки взагалі й природничих наук зокрема, а також із нагальними екологічними та суспільними проблемами» [30].

Водночас С. Білоус та О. Артем'єва розглядають важливість для учнів розуміння природничо-наукової картини Всесвіту. Вказують, що «метою програми є формування компетентностей особистості в процесі розвитку в учнів наукового світогляду, наближення до розуміння природничо-наукової картини Всесвіту на сучасному етапі розвитку природничих наук» [30].

У контексті нашого дослідження варто розглянути також і їхні погляди щодо формування компетентностей у процесі навчання фізики.

«Основні завдання, – стверджують С. Білоус, О. Артем'єва, – полягають у формуванні таких компетентностей: пізнавальної: оволодіння знаннями про природничо-наукову картину світу та усвідомлення провідної ролі фізики та інших природничих наук у становленні філософії; практичної: формування умінь і навичок доведення на конкретних прикладах, що

загальні принципи симетрії залишаються незмінними, але кількість їх із розвитком фізики збільшується; обґрунтування фундаментального значення фізики як основи інших природничих наук; творчої: розвиток творчих здібностей, нахилів та уяви, логічного та системного мислення, вміння бачити зв'язок природничонаукових дисциплін із гуманітарними; соціальної: виховання та розвиток моральних якостей, громадянської позиції, екологічної культури, розуміння великої соціальної ролі природничих наук; вміння орієнтуватись у технологізованому світі» [30].

Встановлено, що, розглядаючи практичні форми роботи, вчені і практики позашкільної освіти наголошують на важливості різноманіття підходів до їх проведення: «Практичні заняття проводяться у вигляді семінарів, на яких використовуються різноманітні форми роботи: виступи доповідачів учнів; учнів, які рецензують доповіді, та учнів-опонентів; дискусії та обмін думками щодо відповідності фізичних законів законам і категоріям філософії; дискусійні «круглі столи» для обговорення практичних застосувань філософських категорій та законів на конкретних прикладах; практикуми, пояснення конкретних прикладів з точки зору філософії; виявлення та формулювання проблем природознавства, екології, розвитку сучасних технологій тощо» [30].

У процесі дослідження виявлено також, що мета іншого курсу з позашкільної освіти, «Радіоелектроніка та приладобудування», розробленого В. Левшенюк, В. Тищук, О. Артем'євою, полягає у «формуванні компетентностей особистості в процесі засвоєння теоретичних знань та навичок самостійної пізнавальної діяльності під час розробки та конструювання радіоелектронних приладів» [62].

«Основні завдання даного курсу полягають у формуванні таких компетентностей:

– пізнавальної: оволодіння знаннями з основ природничих наук, ознайомлення учнів із сучасними радіoeлементами і методами вимірювання

їх параметрів; послідовністю технологічних процесів під час виготовлення радіоелектронних приладів, засадами науково-дослідницької роботи;

– практичної: формування навичок розрахунку найпростіших електронних схем і роботи з вимірювальними приладами, створення нових приладів; застосування набутих знань для розробки радіоелектронних приладів і приладів прикладної радіоелектроніки; розробки на основі комп'ютерних технологій моделюючих віртуальних приладів і дослідження умов їх роботи, робочих характеристик тощо; набуття навичок проведення, оформлення та представлення науково-дослідницької роботи;

– творчої: розвиток винахідницьких та конструкторських здібностей, технічного мислення, відкритості до створення нового, самостійності у виборі методів дослідження та напряму творчого пошуку;

– соціальної: виховання моральних якостей, творчої ініціативи; формування навичок аргументованого аналізу новизни власноруч розроблених конструкцій; розвиток інтересу до техніки, технічної творчості, формування емоційно-ціннісного ставлення та психолого-моральної готовності до професійної діяльності на сучасному виробництві» [62].

Програма передбачає «варіативність технологій, методів і форм навчання. В основі програми – особистісно орієнтоване навчання, що враховує потреби, здібності та рівень знань кожного вихованця й допомагає повністю виявити та реалізувати творчий потенціал учня. Зміст програми реалізується за допомогою як традиційних технологій навчання, так і елементів інноваційних технологій (проектного навчання, інтерактивних методів, комп'ютерних технологій)» [62].

Отже, узагальнюючи вищезазначене, варто відмітити, що фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти як складник системи позашкільної освіти є об'єднанням вихованців, учнів і слухачів відповідно до своїх здібностей та інтересів у сфері фізики і математики.

У процесі дослідження виявлено, що фізико-математичні гуртки функціонують як у комплексних, так і в профільних закладах позашкільної

освіти. Серед них палаци, центри, будинки, клуби дітей, юнацтва та молоді, дитячої та юнацької творчості, науково-технічної творчості, станції юних техніків, Мала академія наук тощо.

При цьому, в залежності від особливостей організації освітнього процесу, фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти можуть належати до науково-технічного або дослідницько-експериментального напрямів позашкільної освіти, працюючи за основним та/або вищим рівнями.

Організацію діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти схематично представимо на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Організація діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

Підсумовуючи викладене, зазначимо, що, з огляду на вагому роль математики та фізики і, відповідно, на важливу місію гурткової роботи з цих предметів у закладах позашкільної освіти, необхідним постає вивчення і аналіз структури педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

1.2. Структура педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

У процесі дослідження виявлено, що важливе значення для ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти мають педагогічні умови їхнього функціонування.

Досліджуючи питання педагогічних умов, нами встановлено, що у нормативно-правових актах та наукових працях їх позиціонують як оптимальне середовище, педагогічні обставини, чинники, сукупність об'єктивних можливостей тощо.

Для окреслення структури педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, перш за все, з'ясуємо, що розуміється під терміном «умова».

Встановлено, що у широку сенсі «умова» визначається як те, від чого залежить дещо інше; те, що «робить можливим наявність предмета, стану, процесу» [98]. Також серед словникових трактувань поняття «умова» зустрічаємо твердження, що «умови становлять певне оптимальне середовище, обставини, ситуацію, оточення, в яких явища виникають, існують і розвиваються, на відміну від причини, яка з необхідністю, неминучістю породжує що-небудь (дію, результат), і від основи (засади), яка є логічною передумовою наслідку» [97].

По друге, більш детально розглянемо питання «педагогічні умови».

Слід відзначити, що у педагогіці та психології до проблеми педагогічних умов, їхньої сутності та ваги в освітньому процесі зверталися такі вчені й практики освіти, як В. Сухомлинський [90], Ю. Бабанський [9], С. Рубінштейн [76] та інші, а згодом – М. Конюхов [60], О. Назаров [67], С. Каричковська [55] та багато інших дослідників.

У психології «умову» розуміють як сукупність чинників зовнішнього та внутрішнього середовища, що вірогідно впливають на розвиток конкретного явища, яке опосередковується активністю особистості чи групи

людей [60]. При цьому, як зазначає С. Рубінштейн, зовнішні умови впливають на розвиток особистості опосередковано через внутрішні, суб'єктивні умови, які формує сам індивід [76].

Відомий педагог Ю. Бабанський педагогічні умови визначає як педагогічні обставини, що сприяють (або протидіють) проявам педагогічних закономірностей, обумовлених дією факторів [9].

О. Назаровим педагогічні умови розглядаються як сукупність об'єктивних можливостей, змісту, форм, методів, педагогічних прийомів і матеріально-просторового середовища, які спрямовані на розв'язання дослідницьких завдань [67].

С. Каричковська, досліджуючи умови професійної підготовки майбутніх учителів англійської мови, визначає їх як «сукупність взаємопов'язаних зовнішніх і внутрішніх факторів навчального процесу у вищому навчальному закладі, від реалізації яких залежить досягнення поставлених дидактичних цілей» [55].

Спираючись на положення щодо сутності та змісту педагогічних умов, висвітлені в наукових працях, та враховуючи власний досвід, під педагогічними умовами діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти вважаємо доречним розуміти умови, які визначають особливості організації освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти й впливають на досягнення освітніх результатів учнів.

Досліджуючи питання педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, ми встановили, що їх доцільно розглядати з позиції системного підходу як комплекс взаємодіючих компонентів, де кожен є підсистемою або системою нижчого порядку.

Аналіз змісту існуючих положень щодо педагогічних умов у позашкільній освіті показав, що першим компонентом педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти є нормативний, який відображає наявність відповідних нормативно-правових актів, документів, положень тощо.

Виявлено, що другим компонентом педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти є освітній компонент, який визначає зміст і особливості формування освітнього процесу.

Надзвичайно важливим компонентом педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти є кадровий, що обумовлює забезпечення висококваліфікованими педагогічними кадрами.

Можемо також стверджувати, що окремим компонентом педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти являється інформаційний, який включає належне навчально-методичне забезпечення.

Розглядаючи педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, як п'ятий їхній компонент позиціонуємо матеріально-технічний, що передбачає наявність фінансової та матеріально-технічної бази.

Слід відзначити, що структура педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти як їхня внутрішня будова передбачає тісний взаємозв'язок усіх перелічених компонентів.

Представимо дану структуру як сукупність взаємозумовлених компонентів педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти (нормативного, освітнього, кадрового, інформаційного та матеріально-технічного) на рис. 1.2.



Рис. 1.2. Структура педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

У процесі дослідження виявлено, що важливим постає розгляд педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з урахуванням їхнього історико-теоретичного підґрунтя. Враховуючи, що фізико-математичні гуртки функціонують у системі позашкільної освіти, за основу періодизації їхньої діяльності нами було взято значні події в освіті України та безпосередньо в позашкільній освіті.

Виділимо чотири етапи та окремі періоди сучасного історико-педагогічного аналізу розвитку позашкільної освіти в Україні, зокрема діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти:

I етап – 1991–2000 рр. – нормативний;

II етап – 2001–2008 рр. – освітній;

III етап – 2009–2016 рр. – кадровий;

IV етап – 2017 р. – по теперішній час (2018 р.) – інформаційний та матеріально-технічний.

Відмітимо, що, безумовно, відправним пунктом для періодизації розвитку позашкільної освіти в Україні, зокрема діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, виступає 1991 р., який тривав до 2000 р. і варто охарактеризувати як нормативний.

Саме 1991 р., як початок нового етапу історії України, став першим етапом розвитку позашкільної освіти в Україні, зокрема діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Встановлено, що упродовж I етапу, якій розпочався у 1991 р. і тривав по 2000 р., відбулися такі значні події, як прийняття у 1991 р. Закону України «Про освіту», в 1996 р. – Конституції України та, в подальшому, інших нормативно-правових документів, які забезпечували розвиток позашкільної освіти в Україні, зокрема діяльність фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Так, Закон України «Про освіту» у ст. 29, 38, 39 закріпив термін «позашкільна освіта», включив позашкільну освіту до структури освіти й визначив основні правові норми її функціонування.

Безперечно, віховою подією стало прийняття в 1996 р. головного Закону нашої держави – Конституції України, яка закріпила право на позашкільну освіту.

У цей період кількість закладів позашкільної освіти коливалась від 1568 у 1991 р. до 1670 у 1995 р., а потім до 1497 у 2000 р. (рис. 1.3).

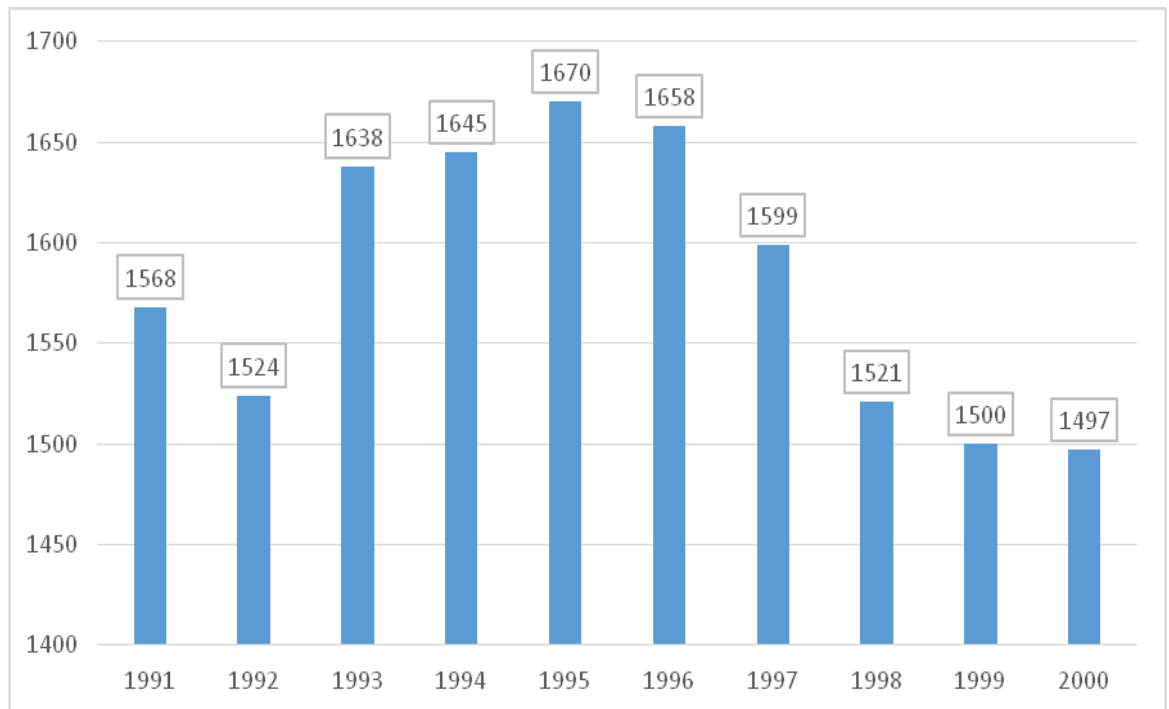


Рис. 1.3. Кількість закладів позашкільної освіти за роками, 1991–2000 рр.

Закономірно, що потужний нормативний компонент педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти сприяв активному залученню учнів до освітньої діяльності закладів позашкільної освіти.

Розробка і прийняття у 1994 р. першого Положення про позашкільний навчальний заклад, затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 26.01.1994 р. № 45 мало важливе значення для організації та здійснення освітнього процесу в закладах позашкільної освіти, у яких на той час функціонувало понад 102 тис. творчих об'єднань у 1991 р. й майже 68 тис. у 2000 р. (рис. 1.4).

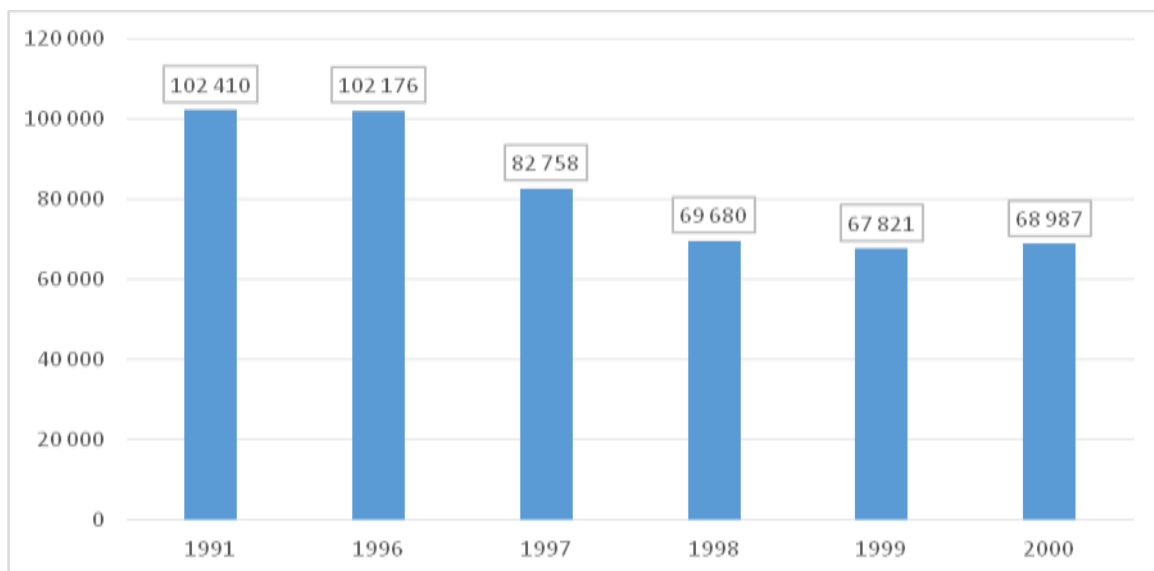


Рис. 1.4. Кількість творчих об'єднань за роками, 1991–2000 рр.

Свій вплив на формування законодавства і діяльність закладів позашкільної освіти в Україні мали також Концепція позашкільної освіти та виховання (1996), Державна національна програма «Освіта» (1993) та ін.

Дані умови стали підґрунтям для можливості навчання у закладах позашкільної освіти від понад 1,5 млн дітей у 1991 р. до майже 1,3 млн. у 2000 р. (рис. 1.5).

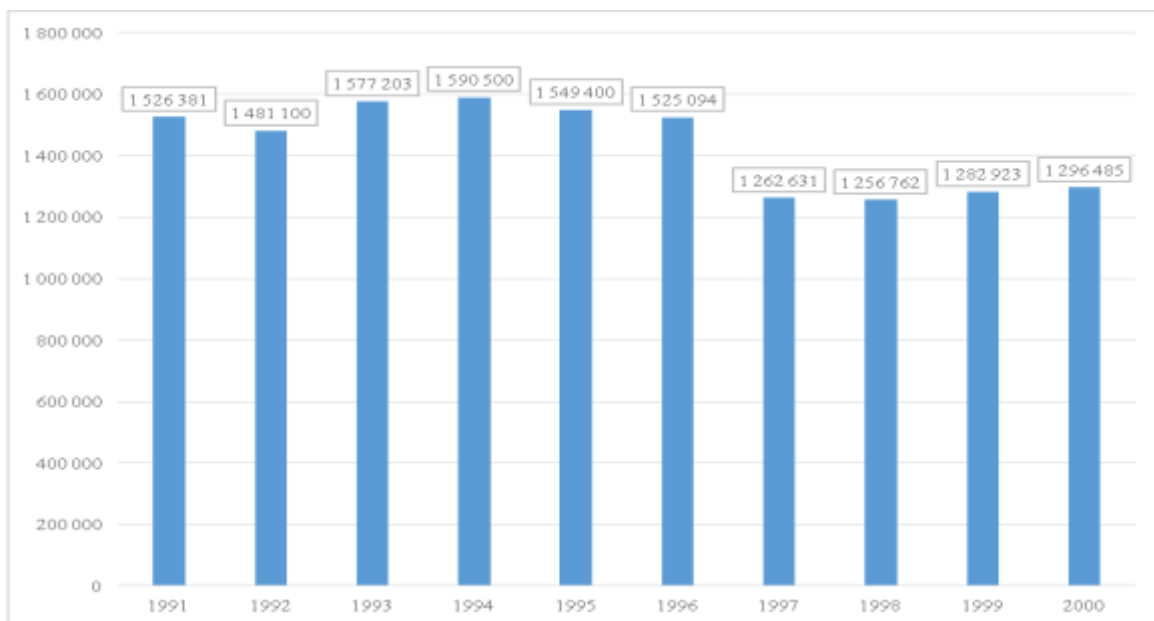


Рис. 1.5. Кількість учнів у закладах позашкільної освіти за роками, 1991–2000 рр.

Водночас, аналіз кадрового компоненту педагогічних умов діяльності закладів позашкільної освіти, у тому числі фізико-математичних гуртків, свідчить про зменшення кількості педагогічних працівників, задіяних у закладах позашкільної освіти.

У процесі дослідження виявлено, що, якщо у 1991 р. налічувалося понад 46 тис. педагогічних працівників закладів позашкільної освіти, то у 2000 р. – понад 24 тис., що майже у 2 рази менше (рис. 1.6).

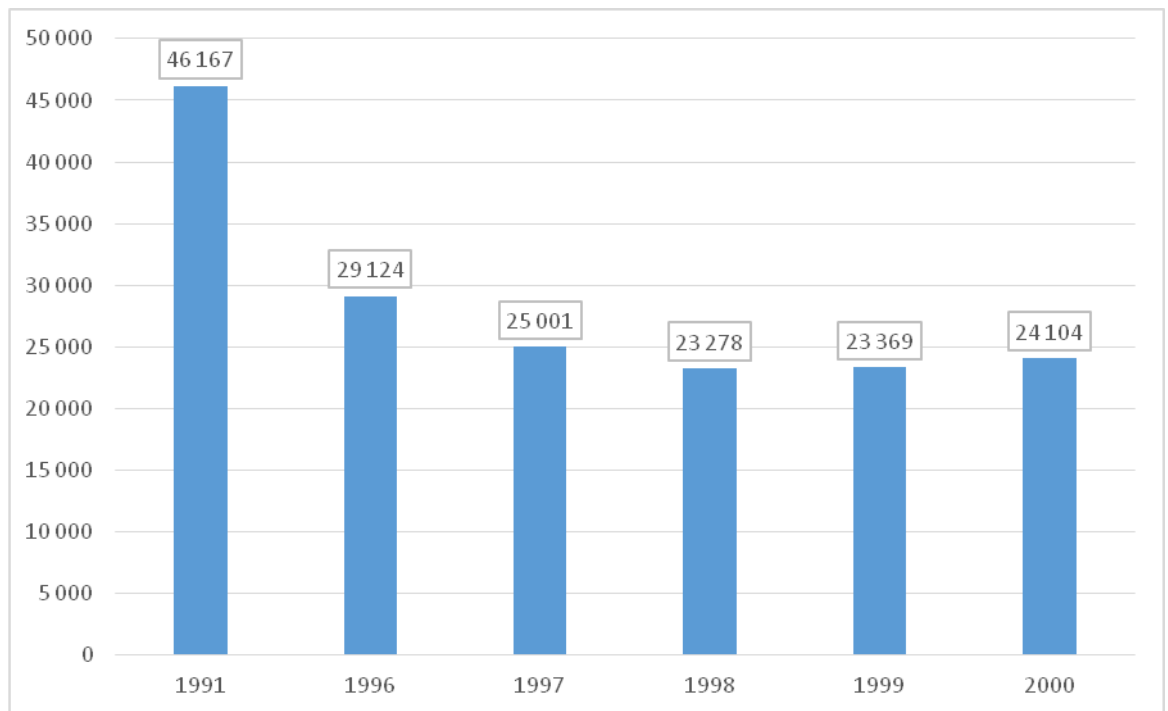


Рис. 1.6. Кількість педагогічних працівників, які мали основну роботу в закладах позашкільної освіти за роками, 1991–2000 рр.

Логічним завершенням першого етапу та початком наступного стало схвалення Верховною Радою України у 2000 р. Закону України «Про позашкільну освіту». Прийняття цього Закону свідчить про значні досягнення позашкілля у сфері освіти, закріплення її, як рівноправного складника освіти.

Таким чином, наступним, II етапом розвитку позашкільної освіти в Україні, що позначився, зокрема, на діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, стає період з 2001 р. по 2008 р.

Слід відзначити, що у зв'язку з прийняттям Закону України «Про позашкільну освіту» в 2001 р. посилюється увага до нормативно-педагогічних умов діяльності закладів позашкільної освіти, у тому числі фізико-математичних гуртків.

Так, визначено перелік типів закладів позашкільної освіти, розроблено і прийнято нове Положення про позашкільний навчальний заклад, затверджене Постановою Кабінету Міністрів України від 06.05.2001 р. № 433.

Доцільно згадати також, що 2001 р. Верховна Рада України приймає Закон України «Про охорону дитинства», який має важливе значення для здійснення позашкільної освіти.

Активізовано роботу щодо підготовки підзаконних актів, яких загалом протягом другого періоду стосовно позашкільної освіти було розроблено і прийнято більше 70 нормативно-правових документів [16].

У цей час визначилась і організаційна структура позашкільної освіти, яка майже без змін діє нині на національному, обласному і місцевому рівнях (рис. 1.7).

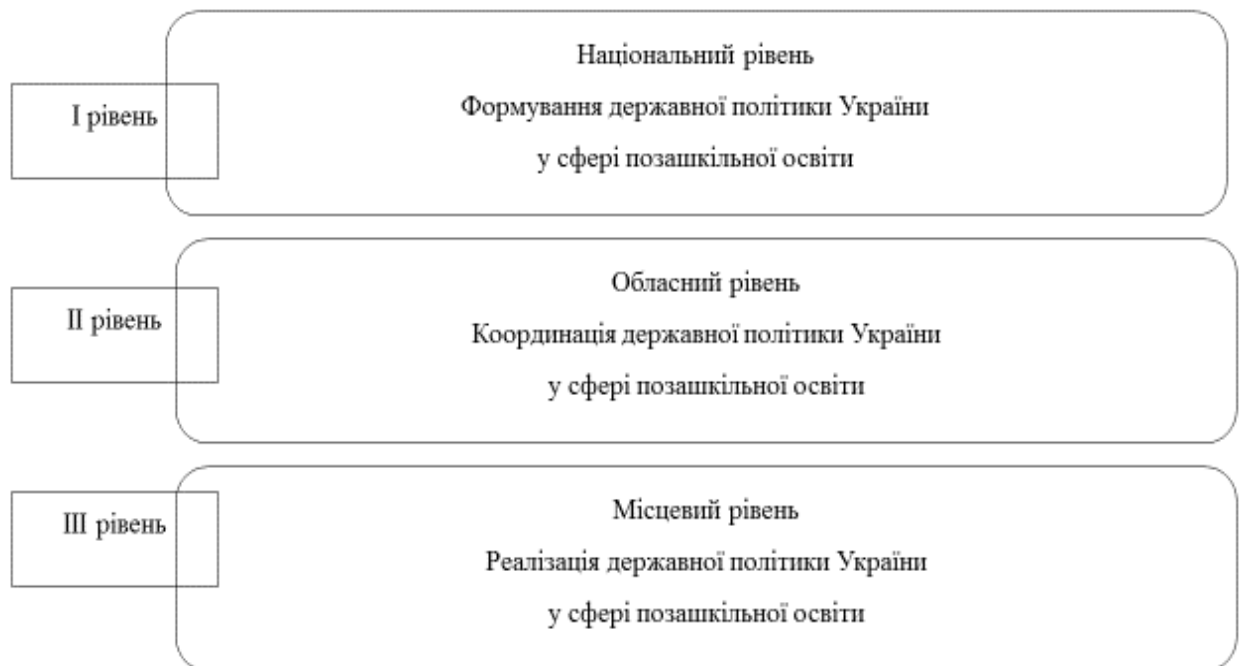


Рис. 1.7. Позашкільна освіта в Україні на національному, обласному та місцевому рівнях

Як вказує О. Биковська, на першому, національному, рівні «здійснюється формування державної політики у сфері позашкільної освіти, що відображена в законах, указах, постановах, розпорядженнях, програмах, статутах та інших нормативних документах» [16].

Водночас, «на другому, обласному, рівні здійснюється координація питань державної політики у сфері позашкільної освіти. На цьому рівні вирішення цих питань належить до компетенції місцевих державних адміністрацій та органів місцевого самоврядування.

На третьому, місцевому, рівні відбувається безпосередня реалізація державної політики у сфері позашкільної освіти різними інституціями» [16, 26].

Виявлено, що важливу роль серед них відіграють заклади позашкільної освіти системи освіти, культури, спорту. Серед них у цей час в Україні здійснювали освітню діяльність майже півтори тисячі закладів позашкільної освіти системи освіти. Кількість закладів протягом 2001–2008 рр. залишається фактично незмінною (рис. 1.8).

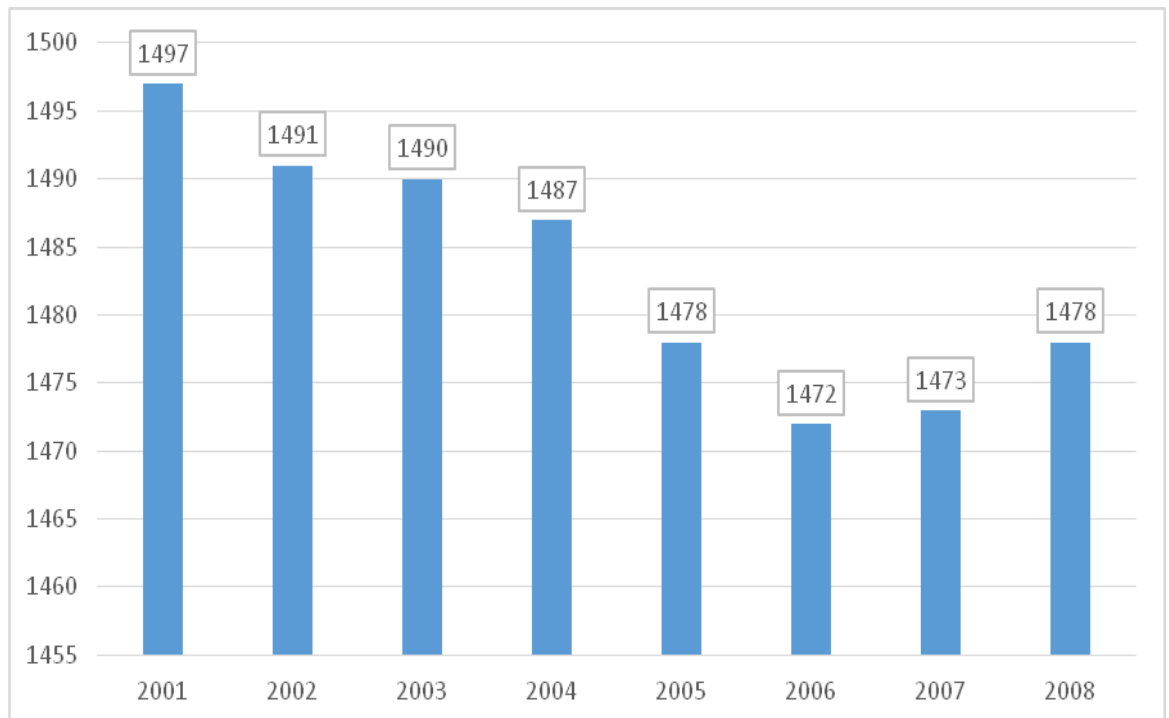


Рис. 1.8. Кількість закладів позашкільної освіти за роками, 2001–2008 рр.

У процесі дослідження виявлено: при тому, що кількість закладів позашкільної освіти в цілому за 2001–2008 рр. зменшилась на 21 заклад позашкільної освіти, кількість творчих об'єднань, навпаки, – зросла (рис. 1.9).

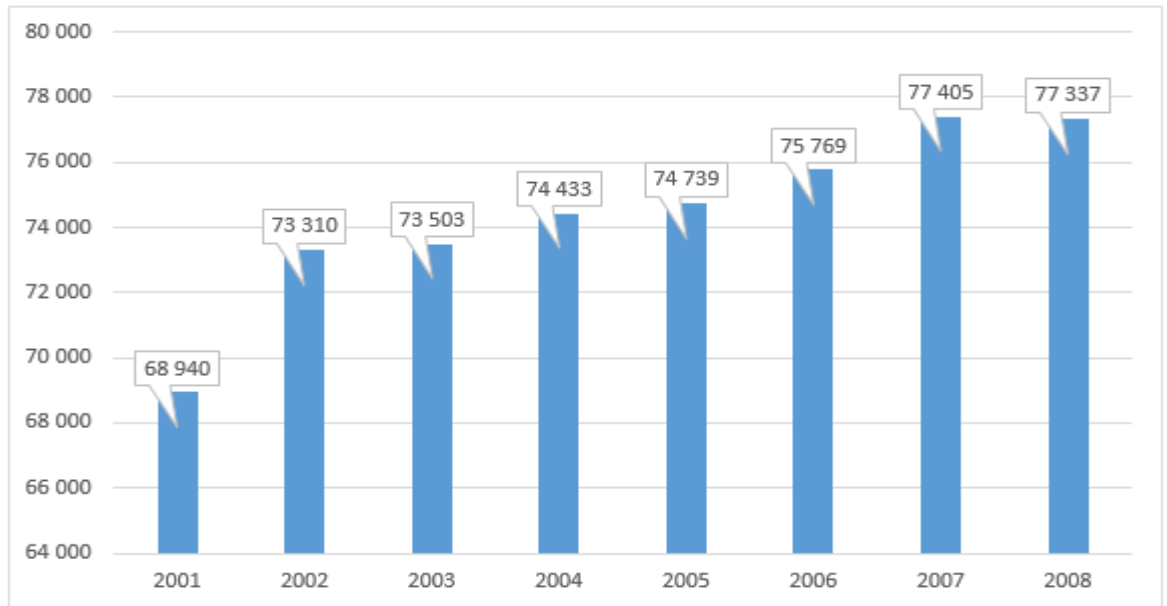


Рис. 1.9. Кількість творчих об'єднань за роками, 2001–2008 рр.

Незважаючи на зміни числа закладів та творчих об'єднань, працюючих в Україні, кількість дітей, які відвідували заклади позашкільної освіти впродовж другого періоду, практично не змінювалась. Так, якщо у 2001 р. тут навчалось 1 млн 196 тис дітей, то у 2008 р. – майже 1 млн 198 тис. (рис. 1. 10).

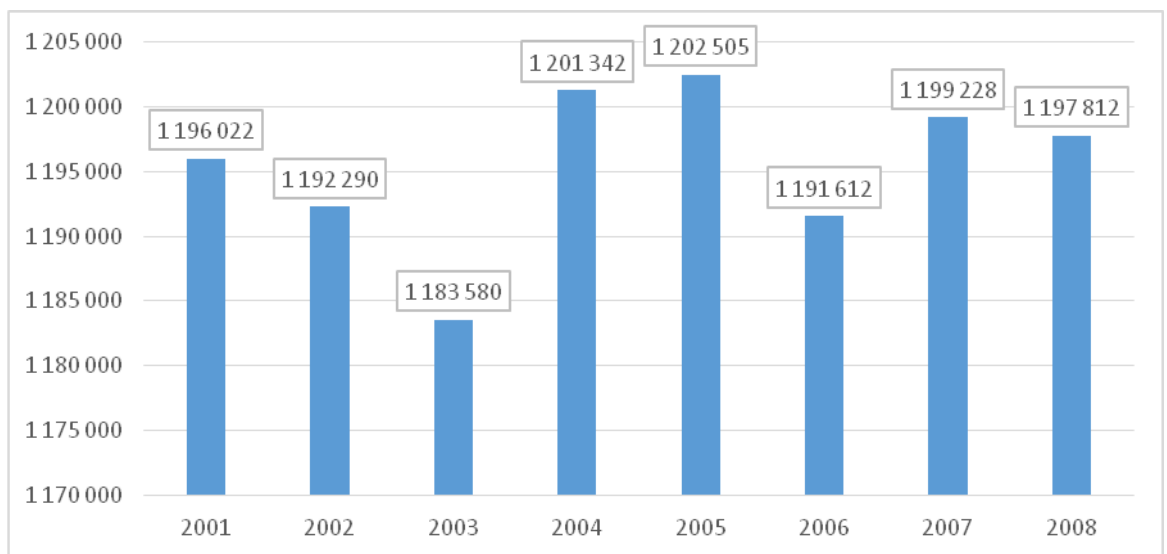


Рис. 1.10. Кількість учнів у закладах позашкільної освіти за роками, 2001–2008 рр.

Встановлено, що незначними впродовж 2001–2008 рр. були зміни і в чисельності педагогічних працівників закладів позашкільної освіти. При цьому, якщо у 2001 р. налічувалося 24 тис. педагогів, то у 2008 р. їхня кількість збільшилася на 300 осіб (рис. 1.11).

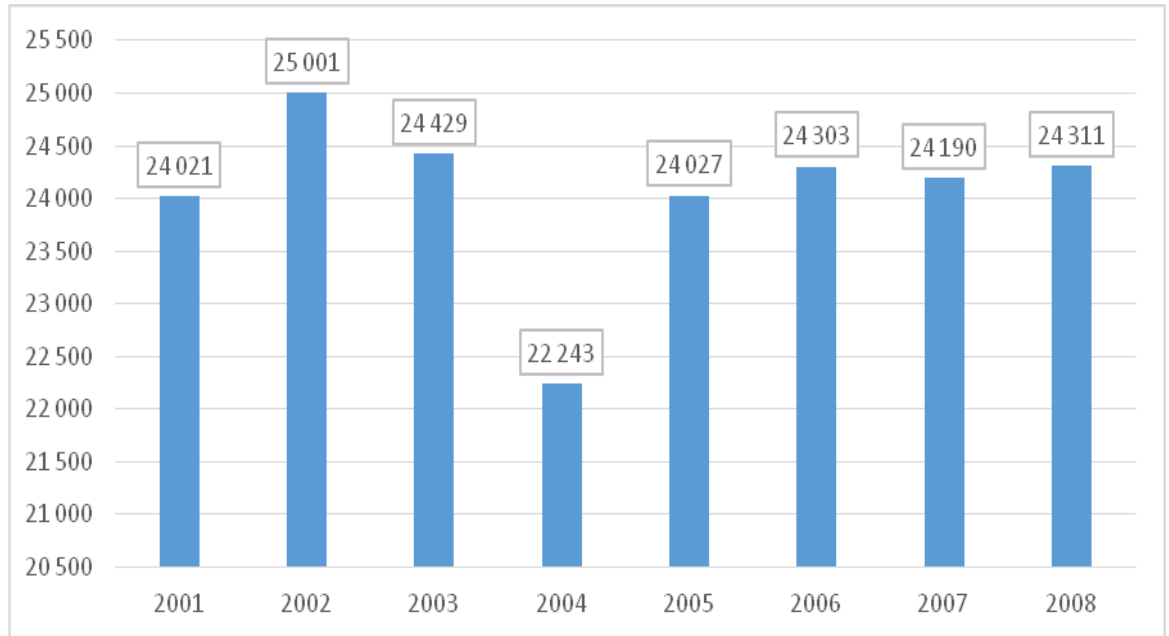


Рис. 1.11. Кількість педагогічних працівників, які мали основну роботу в закладах позашкільної освіти за роками, 2001–2008 рр.

Таким чином, II етап розвитку позашкільної освіти в Україні, що тривав з 2001 р. по 2008 р., характеризується увагою до її освітнього компоненту, зокрема, діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. У цей час проведена велика кількість заходів, здобуто перемоги як в Україні, так і на міжнародному рівні.

Встановлено, що наступний, III етап здійснювався протягом 2009–2016 рр. і характеризується як кадровий.

У цей час в Україні функціонувало близько півтори тисячі закладів позашкільної освіти. Водночас, на межі 2014-2015 рр. відбулося їхнє швидке зменшення, більше ніж на 10%: якщо в 2009 р. було 1496, в 2013 р. – 1554, то в 2017 р. в Україні залишилося 1358 закладів позашкільної освіти (рис. 1.12).

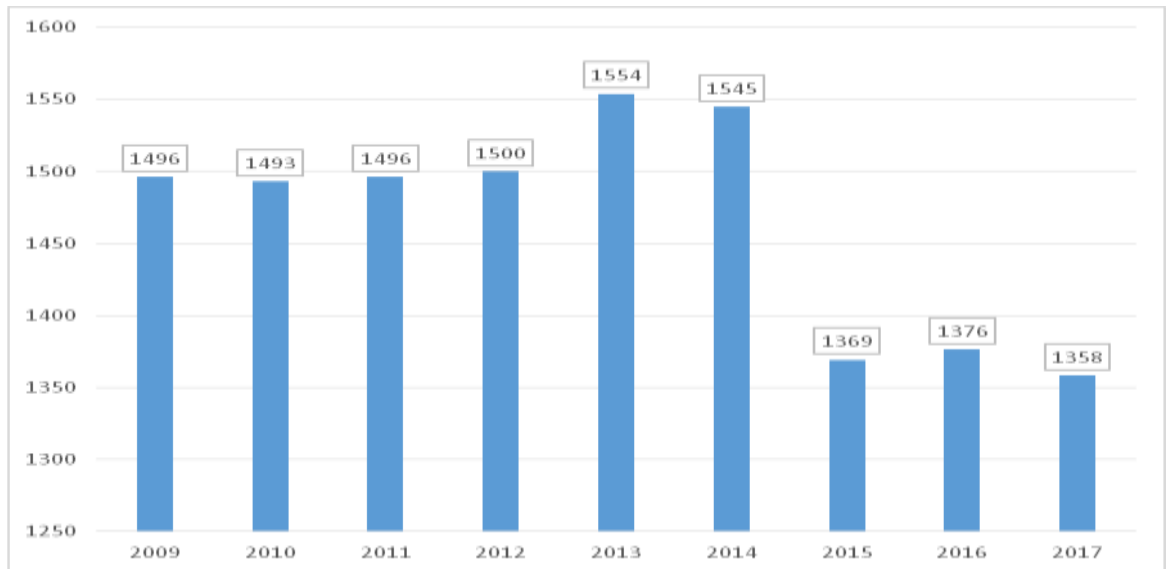


Рис. 1.12. Кількість закладів позашкільної освіти за роками, 2009–2017 рр.

Зменшення кількості закладів позашкільної освіти негативно відобразилося й на інших показниках системи позашкільної освіти – кількості творчих об'єднань і учнів у закладах позашкільної освіти.

Так, протягом 2009–2017 рр. відбулося зменшення кількості творчих об'єднань. Якщо у 2009 р. функціонувало 79 тис. творчих об'єднань, 2014 р. – понад 89 тис., то у 2017 р. – понад 77 тис. (рис. 1.13).

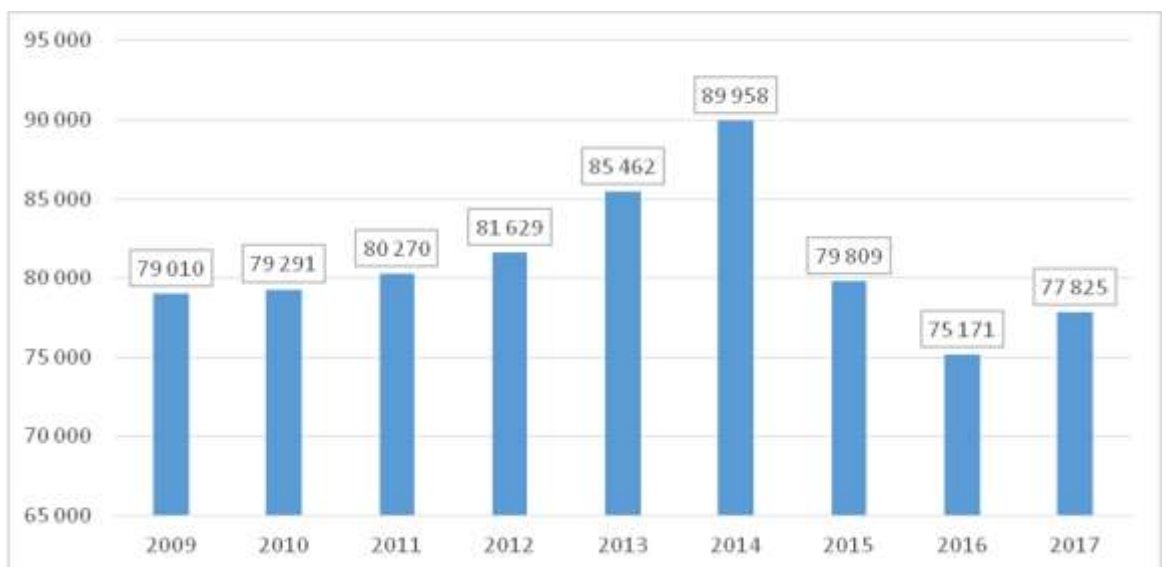


Рис. 1.13. Кількість творчих об'єднань за роками, 2009–2017 рр.

Слід відзначити, що зменшення кількості закладів позашкільної освіти та творчих об'єднань протягом 2014–2017 рр. еквівалентно, більш ніж на 10%, відобразилося на зменшенні кількості учнів, які навчаються в них (рис. 1.14).

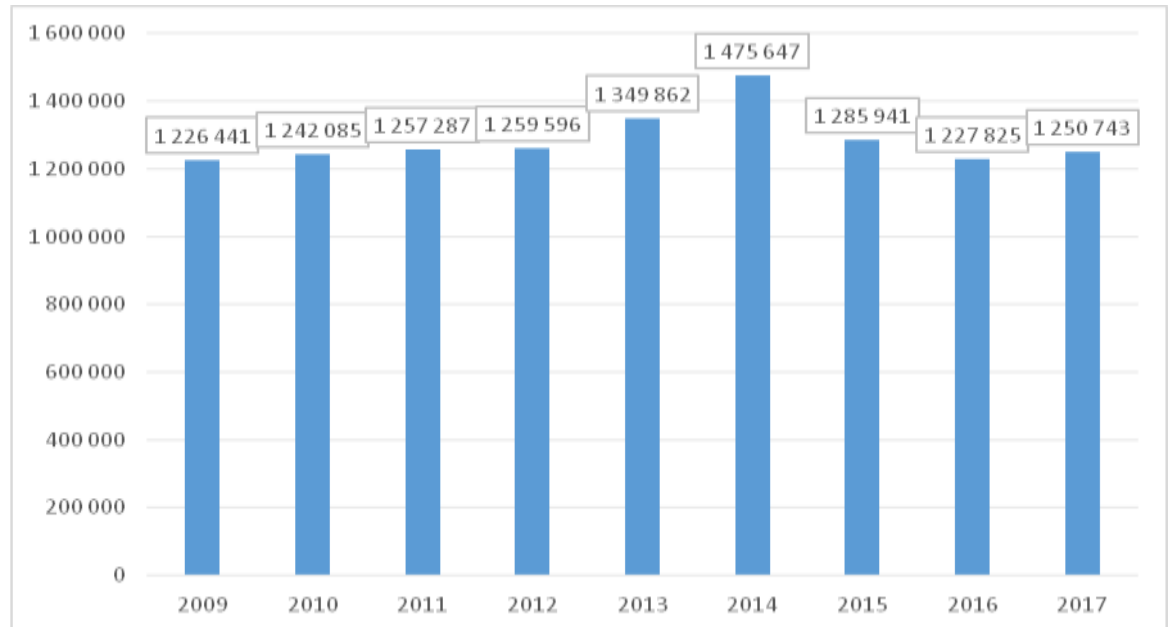


Рис. 1.14. Кількість учнів в закладах позашкільної освіти за роками, 2009–2017 рр.

Водночас, упродовж цього періоду серед усіх педагогічних умов діяльності закладів позашкільної освіти, у тому числі фізико-математичних гуртків, особлива увага починає приділятися питанню підготовки висококваліфікованих кадрів для позашкільної освіти.

Слушно вважати, що розпочата в Національному педагогічному університеті імені М.П. Драгоманова підготовка кадрів за спеціалізацією «Позашкільна освіта» у 2008 р. і відкрита науково-дослідна лабораторія теорії та методики позашкільної освіти (2009) стали початком нового періоду.

Так, якщо у 2009 р. в закладах позашкільної освіти працювало 24,7 тис. педагогічних працівників, то у 2014 р. – понад 26,8 тис.

Водночас, зміни в кількості закладів, об'єднань та учнів відобразилися і на кількості педагогів, які працюють у закладах позашкільної освіти. Як

результат, у 2017 р. в закладах позашкільної освіти працювало трохи більше 22,8 тис. педагогічних працівників (рис. 1.15).

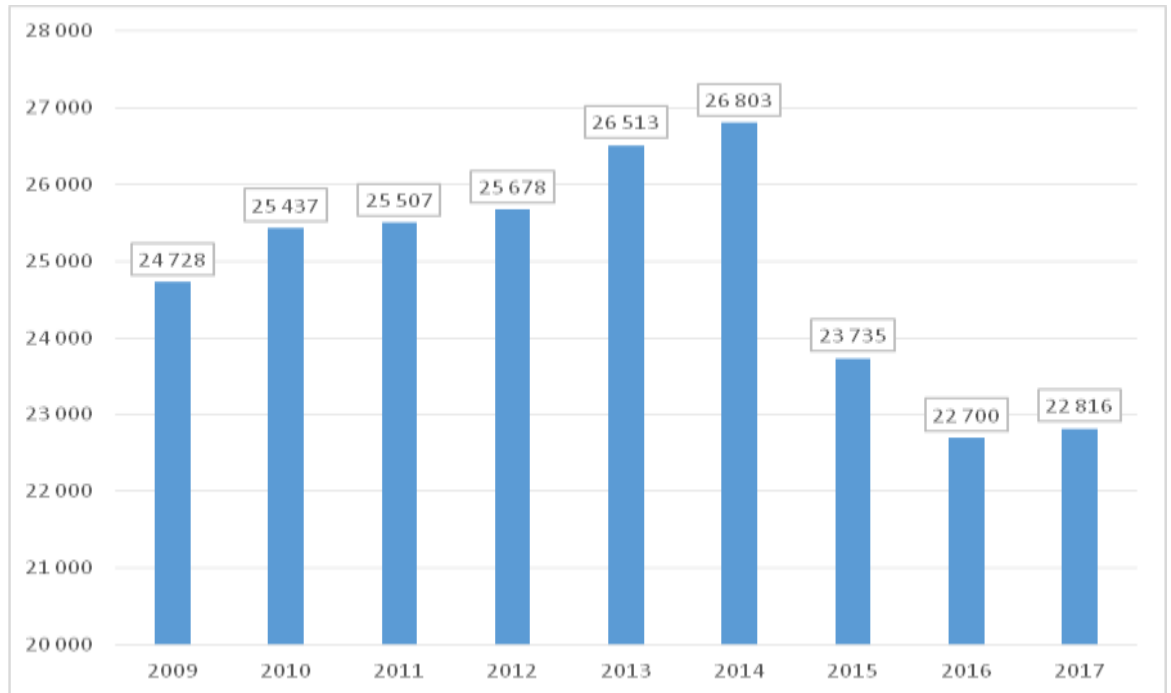


Рис. 1.15. Кількість педагогічних працівників, які мали основну роботу в закладах позашкільної освіти за роками, 2009–2017 рр.

Слід відзначити, що у цей період відповіддю на виклики часу стало створення в 2015 р. Міжнародної асоціації позашкільної освіти як громадського об'єднання, що стало потужним ланцюгом зв'язку між практиками, держслужбовцями, науковцями і вченими.

Встановлено, що основними напрямками діяльності Міжнародної асоціації позашкільної освіти є:

- захист прав та інтересів на позашкільну освіту;
- участь у законопроектній діяльності та підготовці нормативно-правових актів;
- співпраця з органами державної влади, місцевого самоврядування;
- інформаційний супровід, конференції, семінари;
- професійний розвиток, підготовка молодих педагогів позашкільної освіти.

У процесі дослідження встановлено, що IV етап розвитку позашкільної освіти в Україні, зокрема, діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, розпочався у 2017 р. і триває по теперішній час.

З'ясовано, що зміни, які розпочалися у державі, а саме процес децентралізації, формування громадянського суспільства і державно-громадського управління, обумовили нові підходи.

Початком IV етапу стало прийняття у 2017 р. нового Закону України «Про освіту» як нормативного компонента педагогічних умов розвитку позашкільної освіти в Україні, і зокрема – діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. Водночас, активного розвитку у цей період набувають інформаційний та матеріально-технічний компоненти.

Отже, на основі змін основних середньоарифметичних показників узагальнимо дані щодо позашкільної освіти, діяльності закладів позашкільної освіти, кількості творчих об'єднань та учнів, які навчаються у них із 1991 р. по 2018 р.

Окрему увагу приділимо питанню аналізу даних щодо кількості фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти і учнів, які в них навчаються.

Встановлено, що з 1991 р. по 2018 р. відбулися суттєві зміни у кількості закладів позашкільної освіти.

Так, якщо протягом I етапу – 1991–2000 рр. у середньому функціонувало 1582 заклади позашкільної освіти; II етапу – 2001–2008 рр. – 1485; III етапу – 2009–2016 рр. – 1461; то на IV етапі – 2017 р. – по теперішній час (2018 р.) – 1379 (рис. 1.16).

Аналіз даних показав і наступну негативну тенденцію. З'ясовано, що кількість закладів позашкільної освіти з 1991 р. по 2017 р. зменшилась на 11,5%, з яких на 10% – за останній, 2017–2018, рік (рис. 1.16).

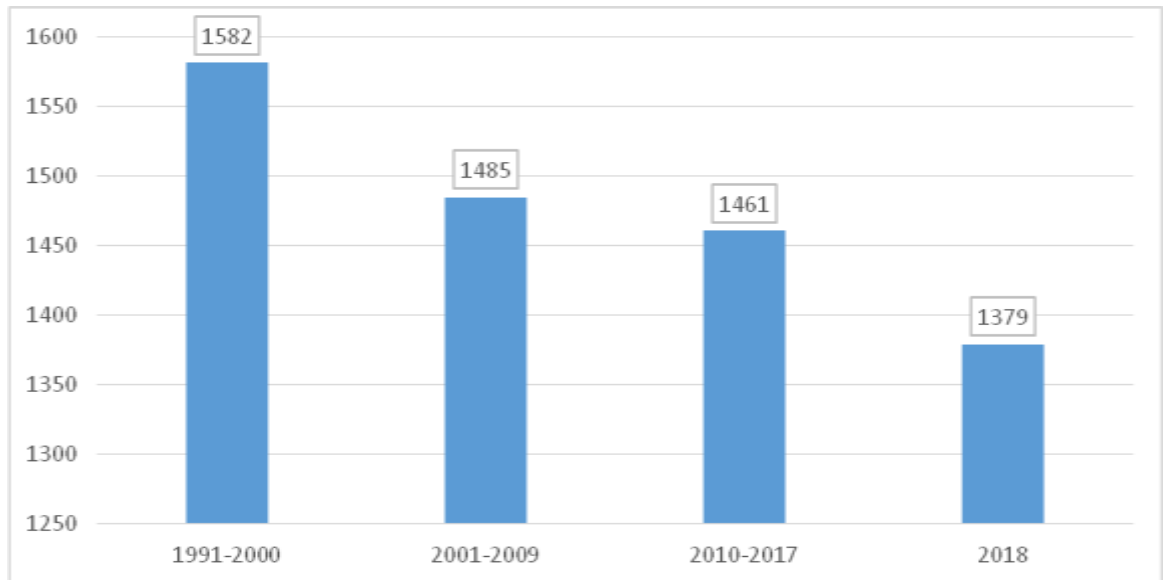


Рис. 1.16. Порівняння середньої кількості закладів позашкільної освіти за роками, 1991–2018 рр.

У процесі дослідження виявлено, що кількість творчих об'єднань з 1991 р. по 2017 р. змінювалась періодично, з амплітудою, що перевищувала 10% (рис. 1.17).

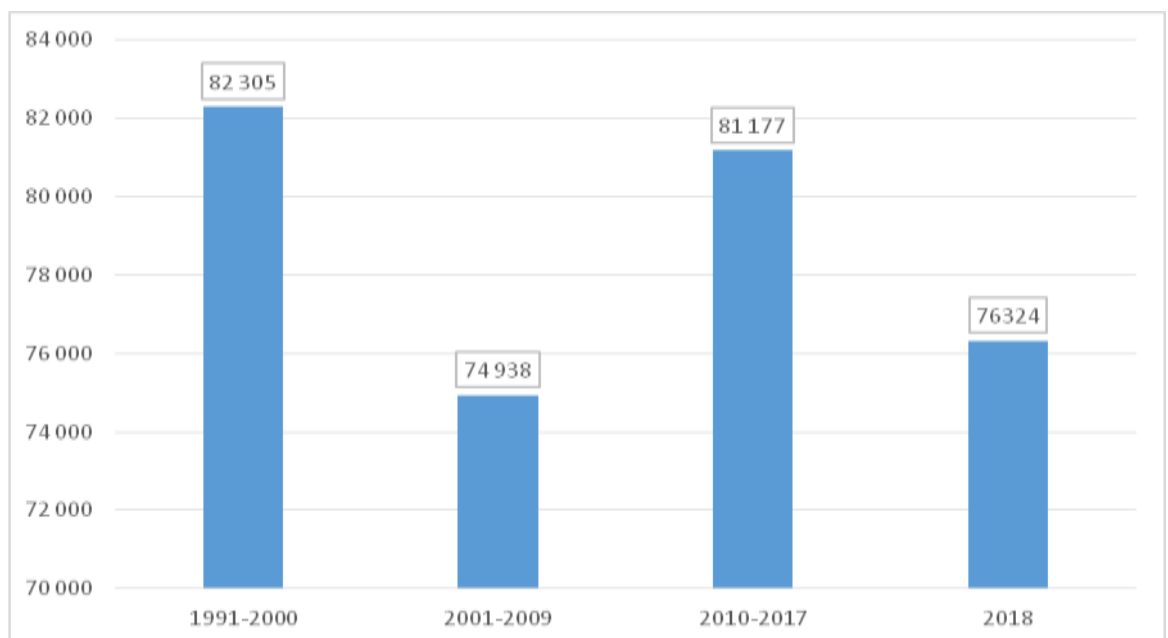


Рис. 1.17. Порівняння середньої кількості творчих об'єднань закладів позашкільної освіти за роками, 1991–2018 рр.

У свою чергу, зміна кількості гуртків, груп та інших творчих об'єднань в закладах позашкільної освіти корелювалася з показниками кількості учнів, які відвідували заклади позашкільної освіти, зокрема вплинула на їх зменшення (рис. 1.18).

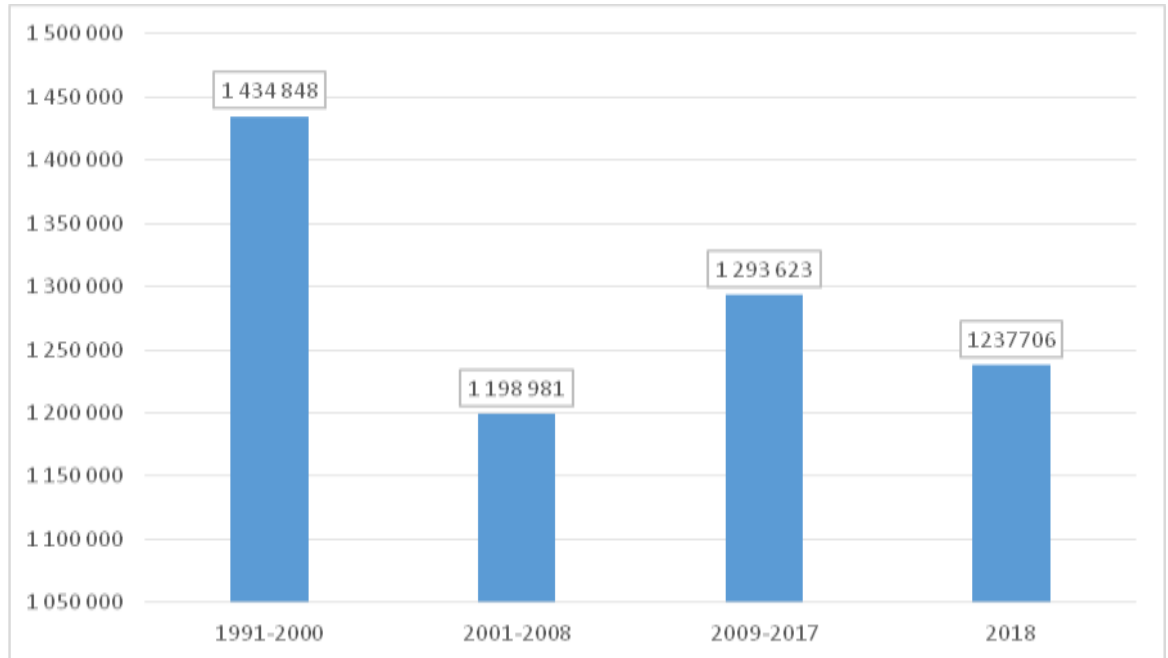


Рис. 1.18 Порівняння середньої кількості учнів у закладах позашкільної освіти за роками, 1991–2018 рр.

Окрему увагу приділимо аналізу даних щодо кількості фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти і учнів в них за останній період.

Встановлено, що у 2015–2016 рр. функціонувало 856 фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, у яких навчалося понад 11,5 тис. учнів. При цьому, кількість гуртків і учнів з 2016 р. по 2019 р. зменшувалася:

- 2016–2017 рр.: 835 гуртків, понад 10,9 тис. учнів;
- 2017–2018 рр.: 586 гуртків, понад 7,7 тис. учнів;
- 2018–2019 рр.: 432 гуртки, понад 6,5 тис. учнів.

Представимо їх динаміку на рис. 1.19–1.20.

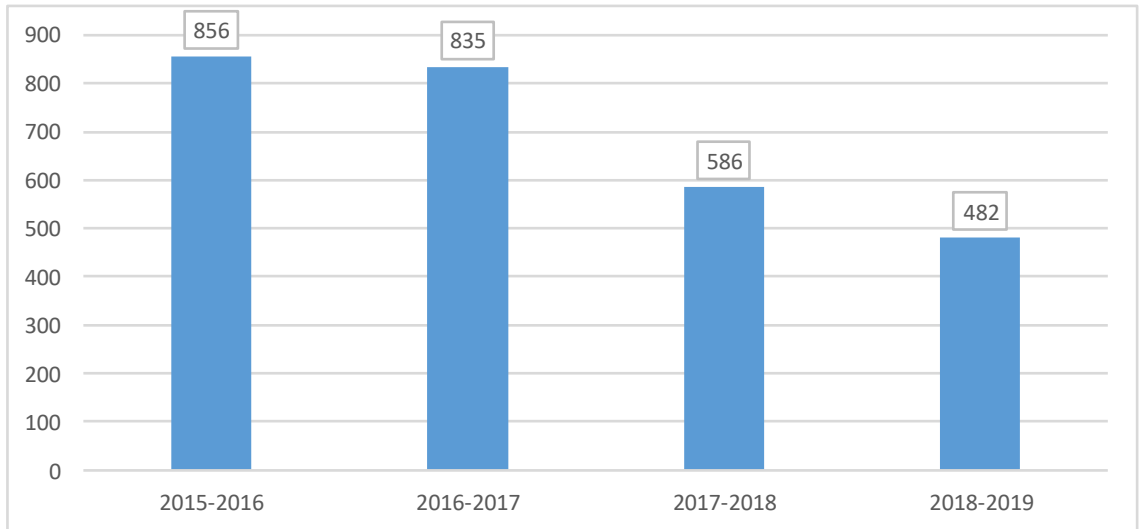


Рис. 1.19. Кількість фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за роками, 2015–2018 рр.

Динаміка кількості учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти з 2015 р. по 2018 р. представлена на рис. 1.20.

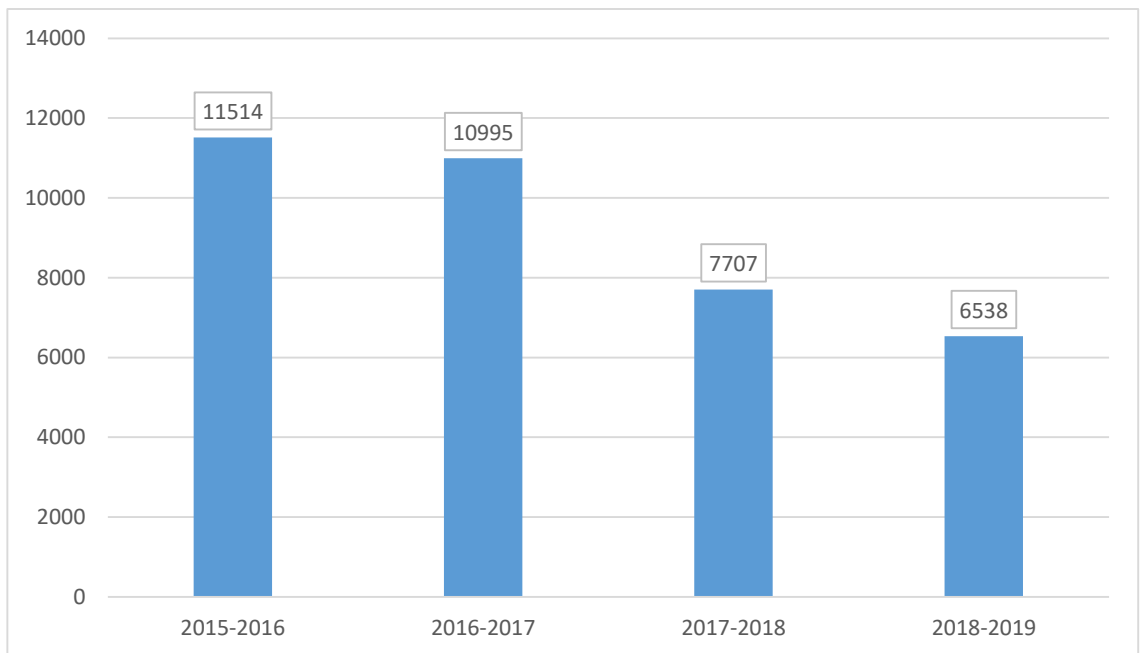


Рис. 1.20. Кількість учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти за роками, 2015–2018 рр.

У процесі дослідження виявлено, що відповідна динаміка

простежується і щодо кількості педагогів, які мають основну роботу в закладах позашкільної освіти (рис. 1.21).

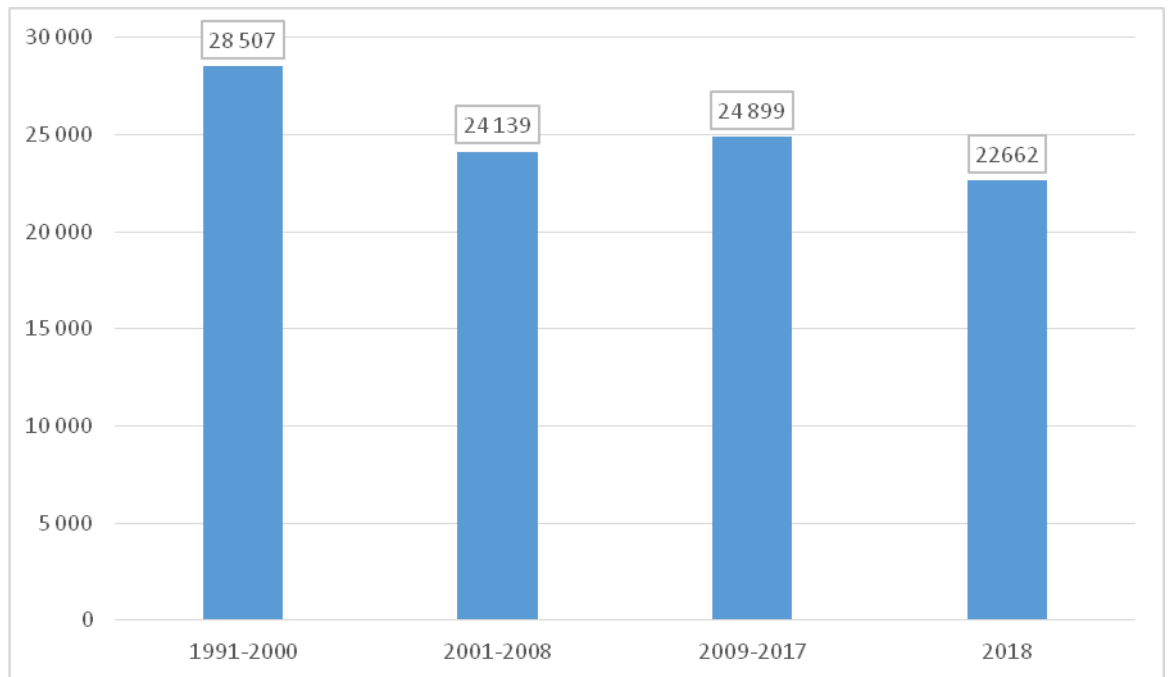


Рис. 1.21. Кількість педагогічних працівників, які мають основну роботу в закладах позашкільної освіти за роками, 1991–2018 рр.

Отже, на основі отриманих даних можна зробити висновок про важливість педагогічних умов діяльності закладів позашкільної освіти в сучасній Україні.

Водночас, реальний стан діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти не повною мірою забезпечує відповідність поставленим цілям і потребує вдосконалення педагогічних умов, які сприятимуть успішному вирішенню проблеми підвищення рівня освітніх результатів учнів.

Висновки до розділу 1

Аналіз проблематики діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, здійснений у першому розділі «Теорії і практики діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти» показав їхню надзвичайну актуальність.

У теоретичному висвітленні та історичній ретроспективі нами проаналізовано позашкільну освіту, її теоретичне підґрунтя, сучасний стан діяльності закладів позашкільної освіти.

Встановлено, що фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти є складником системи позашкільної освіти, об'єднанням вихованців, учнів і слухачів відповідно до своїх здібностей та інтересів у сфері фізики і математики.

Фізико-математичні гуртки функціонують як у комплексних, так і в профільних закладах позашкільної освіти, серед яких палаци, центри, будинки, клуби дітей, юнацтва та молоді, дитячої та юнацької творчості, науково-технічної творчості, станції юних техніків, Мала академія наук тощо.

Залежно від особливостей організації освітнього процесу, фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти можуть належати до науково-технічного або дослідницько-експериментального напрямів позашкільної освіти. При цьому навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти здійснюється за основним та/або вищим рівнями.

Вивчення діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти в теорії та педагогічній практиці показало, що фізико-математичний гурток закладу позашкільної освіти – це гурток у системі позашкільної освіти, освітній процес якого спрямований на розвиток особистості у процесі опанування фізики, математики, науки та технології.

Важливе значення для ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти мають педагогічні умови їхнього

функціонування.

Аналіз змісту існуючих положень показав, що педагогічні умови розглядаються як певне оптимальне середовище, педагогічні обставини, чинники, сукупність об'єктивних можливостей та ін.

Визначено, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це умови, які визначають особливості організації освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти й впливають на досягнення освітніх результатів учнів.

У процесі дослідження встановлено, що доцільним є розглядати педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з позицій системного підходу як комплекс взаємодіючих компонентів, де кожен є підсистемою або системою нижчого порядку.

Дослідження показало, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти включають сукупність взаємозумовлених компонентів, а саме: нормативний, освітній, кадровий, інформаційний та матеріально-технічний.

Аналіз змісту існуючих теоретичних положень показав, що кожен компонент наповнений своїм змістом, а саме:

нормативний компонент педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти відображає наявність відповідних нормативно-правових актів;

освітній компонент – зміст і особливості формування освітнього процесу;

кадровий компонент – забезпечення висококваліфікованими педагогічними кадрами;

інформаційний – належне навчально-методичне забезпечення;

матеріально-технічний – наявність фінансової та матеріально-технічної бази.

У ході дослідження виявлено, що реальний стан діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти не повною мірою

забезпечує відповідність поставленим цілям і потребує вдосконалення педагогічних умов, які сприятимуть успішному вирішенню проблеми підвищення рівня освітніх результатів учнів.

**Список використаних джерел
до розділу 1**

1. Baryakhtar V. G. Bykovskiy Y. T. Nuclear power is one of the ways to solve the energy needs of humanity and the protection of the environment. *4th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies. 20-21 November 2013, Budapest, Hungary Obuda Universty*. Hungary: Obuda Universty, 2013. p. 72.
2. Baryakhtar V. G., Bykovskiy Y.T. Atomic project: history and modernity. *5th ICEEE-2014 International Conference «Global Environmental Changes and Population Health: Progress and Challenges»*. 19-21 November 2014, Budapest, Hungary Obuda Universty. Hungary: Obuda Universty, 2014. p. 83.
3. Baryakhtar V. G. , Bykovskiy Y. T., Baryakhtar I. V. *Nuclear project: past and present: monograph*. Tarnow: Wydawnictwo Tarnowskiej Szkoły Wyższej w Tarnowie, 2018. 132 p.
4. Bykovski Ya. T. *Nuclear Project: Past and Present*. V. G. Baryakhtar, Ya. T. Bykovski, I. V. Baryakhtar: Institute of Magnetism of the National Academy of Science of Ukraine and the Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv : Akadempriodyka, 2018. 68 p.
5. Bykovskiy Y. T., Baryakhtar V. G. Modern Reactors: Future Reactors. *Óbuda University : e-Bulletin*. Volume 5 Issue Number 1. Budapest, Hungary, 2015. P. 71–77. http://uni-obuda.hu/e-bulletin/Grigorievich_Timurovich_6.pdf (ISSN 2062-2872).
6. Абульханова-Славская К.А. *Стратегия жизни*. Москва : Мысль, 1991. С. 299.
7. Андрущенко В. П. *Організоване суспільство. Проблема організації та суспільної самоорганізації в період радикальних трансформацій в Україні на рубежі століть : досвід соціально-філософ. аналізу*. Київ : ТОВ «Атлант ЮЕМСі», 2005. С. 498

8. Аносов І. П. *Антропологізм як чинник гуманізації освіти (теоретико-концептуальні основи)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки». Київ, 2004. 46 с.
9. Бабанский Ю. К. *Интенсификация процесса обучения*. Москва : Знание, 1987. С. 80.
10. Бар'яхтар В. Г., Биковський Я. Т. *Атомний проект: історія та сучасність : монографія*. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2016. 134 с.
11. Берека В. Є. *Соціально-педагогічні основи розвитку позашкільної освіти в Україні (1957–2000 рр.)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки». Київ, 2004. 16 с.
12. Бех І. Д. *Виховання особистості . Кн.1 : Особистісно орієнтований підхід : теоретико-технолог. засади*. Київ : Либідь, 2003. 278 с.
13. Биковська О. В., Вихренко Т. О., Гайдай Л. М. та ін. *Концептуальні підходи до підготовки програм науково-технічного напрямку позашкільної освіти. Програми для позашкільних і загальноосвітніх навчальних закладів : гуртки науково-технічного напрямку*. Київ : Грамота, 2005. Вип. 1. С. 3–8.
14. Биковська О. В. *Порівняльний аналіз українського та міжнародного законодавства у сфері забезпечення прав дітей. Наук. часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. наук. пр.* Київ : НПУ, 2005. Вип. 2. С. 8–15. (Серія № 5. «Пед. науки : реалії та перспективи»).
15. Биковська О. В. *Практика позашкільної освіти в розвинутих зарубіжних країнах. Педагогіка і психологія формування творчої особистості : проблеми і пошуки : зб. наук. пр.* Запоріжжя, 2006. Вип. 39. С. 49–57.
16. Биковська О. *Позашкільна освіта: теоретико-методичні основи : моногр.* Київ : ІВЦ АЛКОН, 2008. 336 с.
17. Биковський Я. Т. V Всеукраїнська виставка «Талановиті!

- Наполегливі! Успішні!». *Освіта і суспільство*. 2019. №3. С. 2.
18. Биковський Я. Т. До питання навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 36 : збірник наукових праць / за наук. ред. О. В. Биковської, Л. Л. Макаренко*. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. С. 298–301.
 19. Биковський Я. Т. До питання теоретичних положень STEM в освіті. *Наукові записки НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. наук. ст.* Київ : НПУ, 2019. Вип. СХХХХІІІ (143). С. 29-35. (Серія «Педагогічні та історичні науки»).
 20. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізики. *Наукові записки: Збірник наукових статей Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова / Укл. Л. Л. Макаренко*. Київ: НПУ, 2012. Вип. СІ (101). С. 17–25.
 21. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізиці. *Мала академія наук України, 2011: Тези наукових робіт. Мала академія наук України; упоряд.: Лісовий О. В. та ін.* Київ: МАН, 2012. С. 78.
 22. Биковський Я. Т. Підвищення ефективності навчання при застосуванні інформаційної системи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 37 : збірник наукових праць / за наук. ред. О. В. Биковської, Л. Л. Макаренко*. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. С. 10–13.
 23. Биковський Я. Т. Позашкільна освіта починається в дитинстві і ніколи не закінчується. *Освіта і суспільство*. 2018. №7. С. 5.
 24. Биковський Я. Т. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики: 2008–2018 рр. *Наукові*

- записки НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. наук. ст. Київ: НПУ, 2019. Вип. СХLII (142). С. 32–43. (Серія «Педагогічні науки»).*
25. Биковський Я. Т. Презентація Стратегії розвитку позашкільної освіти. *Рідна школа*. 2018. №5-8(1059). С. 76.
 26. Биковський Я. Т. *Стратегія розвитку позашкільної освіти*. За ред. проф. О. В. Биковської. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2018. 96 с.
 27. Биковський Я. Т. Студенти-Драгоманівці пізнають секрети майбутньої професії педагога-позашкільника. *Рідна школа*. 2017. №5-6(1049-1050). С. 77.
 28. Биковський Я. Т. Усім миром – за розвиток позашкільної освіти. *Освіта і суспільство*. 2018. №3. С. 5.
 29. Биковський Я. Т. *Фізико-математичний гурток : навч. прогр.* Київ: НПУ, 2015. 24 с. (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист МОН України від 11.11.2014 р. № 1/11-17866).
 30. Білоус С. Ю., Артем'єва О. О. Сучасна фізика та проблеми природознавства як основа філософії : програма. *Програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям* [О. О. Артем'єва, С. Ю. Білоус, О. В. Биковська та ін. ; упоряд. О. В. Лісовий, С. О. Лихота]. Київ: ТОВ «Інформаційні системи», 2010. Вип. 1. С. 54–66.
 31. Борисова С. В. *Реалізація особистісно-орієнтованого підходу в процесі профільного трудового навчання старшокласників* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика трудового навчання». Київ, 2006. 20 с.
 32. Быковский Я. Т. Physico-mathematical workshops in after-school education: main approaches. *Развитие социального партнерства в интересах детей: Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции*. Астана: Изд-во АСТ Полиграф, 2018. С. 106–110.
 33. Вахтеров В. П. *Основы новой педагогики*. Москва, 1913.

34. Вентцель К. Н. Новые пути воспитания и образования детей. *Хрестоматия по истории педагогики*. Москва: Учпедгиз, 1936. Т. 4. 527 с.
35. Вербицкий В. В. *Розвиток позашкільної еколого-натуралістичної освіти в Україні (1925–2000 рр.)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки». Київ, 2004. 34 с.
36. Воробець І. В. *Освіта дорослих у Галичині (1891–1939 рр.)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки». Івано-Франківськ, 2001. 19 с.
37. *Всесвітня декларація про забезпечення виживання, захисту та розвитку дітей*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/995_075?lang=uk
38. Гнатюк В. М. *Управління системою виховання учнів у позакласній роботі загальноосвітньої школи* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки» . Київ, 2000. 16 с.
39. Гозян Н. І. *Навчальна програма з позашкільної освіти науково-технічного напрямку «Математика: позашкільний компонент»*. Режим доступу: <https://vseosvita.ua/library/navcalna-programa-z-rozaskilnoi-osviti-naukovo-tehnicnogo-napramku-115210.html>
40. Гончаренко С. У. *...І насамперед – прикладна наука*. Київ–Хмельницький : Вид-во Хмельниц. гуманіт.-пед. ін-т, 2003. С. 17.
41. Гущина Т. Н. *Игровые технологии по формированию социальных навыков у подростков* : практ. пособие. Москва: АРКТИ, 2007. 120 с.
42. *Декларація прав дитини*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_384?lang=ru
43. Джус О. *Творча спадщина Софії Русової періоду еміграції:*

- [монографія]. Івано-Франківськ: Плай, 2002. 260 с.
44. *Динаміка поширення тютюнопаління, вживання алкоголю та наркотичних речовин серед учнівської молоді України : 1995, 1999, 2003 роки* / [О. М. Балакірєва (кер. авт. кол.), О. Р. Артюх, Т. В. Бондар та ін.]. Київ: Держ. ін-т проблем сім'ї та молоді, 2003. 174 с.
45. *Договір про заснування Європейської Спільноти*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/994_017
46. *Європейська соціальна хартія*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/994_300
47. Єгорова О. І. *Розвиток позашкільної освіти у Сполучених Штатах Америки* : дис. ... канд пед. наук : 13.00.01. Київ, 2017. 198 с.
48. Єльнікова Г. В. *Основи адаптивного управління : курс лекцій*. Київ: ЦППО АПН України, 2003. 133 с.
49. *Життєва компетентність особистості : від теорії до практики : наук.-метод. посібник* / За ред. І. Г. Єрмакова. Запоріжжя : Центріон, 2005. 640 с.
50. *Загальна декларація прав людини*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_015?lang=ru
51. *Закон України «Про місцеве самоврядування в Україні»*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/280/97-%D0%B2%D1%80>
52. *Закон України Про освіту*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
53. *Закон України «Про позашкільну освіту»*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14>
54. Каптерев П. Ф. *Избранные педагогические произведения*. Москва: Педагогика, 1982. 704 с.
55. Каричковська С. П. *Підготовка майбутніх вчителів англійської мови в університетах України і Польщі* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04 «Теорія та методика

- професійної освіти». Київ, 2011. 19 с.
56. Коменский Я. Великая дидактика. *Педагогическое наследие*. Москва: Педагогика. 1989. 416 с.
http://jorigami.ru/PP_corner/Classics/Komensky/Komensky_Yan_Amos_Velikaya_didakt_izbr.htm
 57. Коменский Я. А. *Панпедия : Искусство обучения мудрости*. Университет Росс. академии образования; Э. Д. Днепров (отв. ред.), М. М. Сокольская (пер. с лат.), Г. Б. Корнетов (отв. ред.). Москва: Издательство УРАО, 2003. 318 с.
 58. *Конвенція про права дитини*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_021?lang=en
 59. *Конституція України*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/254%D0%BA/96-%D0%B2%D1%80>
 60. Конюхов Н. И. *Справочник практического психолога. Прикладные аспекты современной психологии. Термины, законы, концепции, методы* : справочное издание. Москва, 1992. [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.twirpx.com/file/15704>.
 61. Кременський Б. Г. Проблема необхідності відображення логіки наукового пізнання у процесі навчання фізики. *Наукові записки. Випуск 7. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1. / За заг. ред. М.І. Садового та О.В. Єжової*. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В. Винниченка, 2015. С. 172.
 62. Левшенюк В. Я., Тищук В. І., Артем'єва О. О. Радіоелектроніка та приладобудування : програма. *Програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям* [О. О. Артем'єва, О. В. Биковська та ін. ; упоряд. О. В. Лісовий, С. О. Лихота]. Київ: ТОВ «Інформаційні системи», 2010. Вип. 1. С. 122–148.
 63. Липецький О. П., Сук Л. Е. Навчальна програма юних дослідників. *Навчальні програми з позашкільної освіти. Науково-технічний*

- напряв* / за ред. Шкури Г. А., Ніколайко Н. Ю. К.: УДЦПО, 2018. В. 3. С. 47-55. Режим доступу: http://udcpro.com.ua/wp-content/uploads/2018/01/navchalni_programi_z_pozashkilnoi_osviti.pdf
64. Марисюк Л. А., Винокур Н. Є. Навчальна програма розвитку математичних здібностей. *Навчальні програми з позашкільної освіти. Науково-технічний напряв* / за ред. Г. А. Шкури, Н. Ю. Ніколайко. К.: УДЦПО, 2018. В. 3. С. 81–92. Режим доступу: http://udcpro.com.ua/wp-content/uploads/2018/01/navchalni_programi_z_pozashkilnoi_osviti.pdf
65. Матвієнко О. В. *Моральне виховання молодших школярів у позаурочній та позашкільній діяльності* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.01 «Теорія та історія педагогіки». Київ, 1999. 19 с.
66. Медынский Е. Н. *Энциклопедия внешкольного образования* Петроград : Гос. изд-во, 1923. 138 с.
67. Назарова О. Л. Новые информационные технологии в управлении качеством образовательного процесса в колледже. *Информатика и образование*. 2003. 11. С. 79–84.
68. Песталоцці Й. Г. Книга матерів, або Порадник для матерів, як їм навчати своїх дітей спостерігати і говорити. *Дошкільна лінгводидактика : хрестоматія. Ч. 1* / Упоряд. А. М. Богущ. Київ, 1999. С. 57–64.
69. *Енциклопедія освіти*. Голов ред. В.Г. Кремень. Київ : Юрінком Інтер, 2008. 1040 с.
70. Пирогов Н. И. *Избранные педагогические сочинения*. Москва, 1985.
71. Попова Г. Д. *Методика навчання дизайну одягу старшокласників у позашкільних навчальних закладах* : дис. ... канд пед. наук : 13.00.02. Київ, 2012. 210 с.
72. *Постанова Кабінету Міністрів України від 6 травня 2001 р. № 433. Про затвердження переліку типів позашкільних навчальних закладів*

- і Положення про позашкільний навчальний заклад*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/433-2001-%D0%BF>
73. Пустовіт Г. П. *Теоретико-методичні основи екологічної освіти і виховання учнів 1–9 класів у позашкільних навчальних закладах* : моногр. Київ ; Луганськ : Альма-матер, 2004. 540 с.
74. *Рекомендація 2006/962/ЄС Європейського Парламенту та Ради (ЄС) «Про основні компетенції для навчання протягом усього життя» від 18 грудня 2006 року*. [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/994_975
75. Романишина О. Я. *Формування інформаційної культури студентів коледжів технічного профілю*: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук: спец. 13.00.04. Тернопільський національний пед. ун-т. ім. В. Гнатюка. Тернопіль, 2007. 16 с.
76. Рубинштейн С. Л. *Проблемы общей психологии*. Москва: Педагогика, 1973. 424 с.
77. Русова С. Ф. *Позашкільна освіта. Засоби її переведення* Київ: Дзвін. 1918. 88 с.
78. Руссо Ж. Ж. *Исповедь* : пер. с фр. *Возрастная психология : Детство, отрочество, юность* : хрестоматия : учеб. пособие для студ. пед. вузов. Москва, 1999. С. 20–31.
79. Савенко О. О. *Економічна підготовка учнів у позашкільних навчальних закладах* : дис. ... канд пед. наук : 13.00.02. Київ, 2011. 200 с.
80. *Саламанська декларація про принципи, політику та практичну діяльність у галузі освіти осіб з особливими освітніми потребами та Рамки Дій щодо освіти осіб з особливими освітніми потребами*. [Електронний ресурс]. Режим доступу https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_001-94/conv
81. Сисоєва С. О. *Основи педагогічної творчості* : підруч. Київ: Міленіум, 2006. 346 с.

82. *Системи управління якістю. Основні положення та словник : ДСТУ ISO 9000-2001*. [Чинний від 2001-06-27]. Київ: Держстандарт України, 2001. 28 с.
83. Скачков А. В. *Дополнительное образование как социально-педагогическая проблема* : автореф. дисс. на соискание учен. степени канд. пед. наук : спец. 13.00.01 «Общая педагогика». Ростов-на-Дону, 1996. 34 с.
84. *Словник іншомовних слів* [відп. ред. член-кор. НАНУ Г. П. Півторак]. Київ: Довіра, 2006. 789 с.
85. Соловійов В. С. *Творчість як філософсько-антропологічна проблема* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. філос. наук : спец. 09.00.04 «Філософська антропологія і філософія культури». Київ, 2003. 20 с.
86. *Соціальна педагогіка : підруч.* За ред. проф. А. Й. Капської. Київ : Центр навч. л-ри, 2006. 468 с.
87. Степура О. М. *Навчальна програма «Технологія та сучасна інженерія»*. Департамент освіти та науки Івано-Франківської міської ради: [Електронний ресурс]. Режим доступу http://osvita-mvk.if.ua/content&content_id=1993
88. Стрижалковська В. В. *Розвиток обдарованих дітей у неформальній освіті Чеської Республіки* : дис. ... канд пед. наук : 13.00.01. Київ, 2012. 202 с.
89. Сухомлинська О. В. *Історико-педагогічний процес : нові підходи до загальних проблем*. Київ: АПН, 2003. 68 с.
90. Сухомлинський В. О. *Методика виховання колективу. В. О. Сухомлинський. Вибрані твори : в 5 т.* Київ : Рад. школа, 1976. Т. 1. С. 401–637.
91. Сущенко Т. И. *Основы внешкольной педагогики : пособие для классных руководителей, педагогов внешкольных учреждений*. Минск : Беларус. навука, 2000. 221 с.

92. Сущенко Т. *Позашкільна педагогіка: теорія, історія практика : наук.-метод. посібник*. Київ: МАН, 2011. 299 с.
93. *Теория и методы в социальных науках*. Под ред. С. Ларсена; пер с англ. Москва: МГИМО (УН-Т); РОССПЭН, 2004. 228 с.
94. Уварова С. Г. *Самореалізація творчої особистості учня у художньо-естетичному напрямі позашкільної освіти : дис. ... канд пед. наук : 13.00.02*. Київ, 2013. 210 с.
95. Ушинский К. Д. *Книга для учащихся*. Москва : Просвещение, 1977. 143 с.
96. Федотова В. Г. *Дополнительное образование во внешкольных учреждениях : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00*. Армавир, 2001. 178 с.
97. *Философский словарь. Энциклопедия философских терминов онлайн*. [Електронний ресурс]. Режим доступа : <http://www.onlinedics.ru/slovar/fil/u/uslovie.html>.
98. *Философский энциклопедический словарь*. Ред.-сост. Е. Ф. Губский, Г. В. Кораблева, В. А. Лутченко. Москва, 2005. 576 с.
99. *Філософський енциклопедичний словник*. За ред. В.І. Шинкарук. Київ: Абрис, 2002. 751 с.
100. Шарабура А. О., Артем'єва О. О. *Наукові дослідження у фізиці : Програма. Програми з позашкільної освіти. Дослідницько-експериментальний напрям*. Київ: ТОВ «Інформаційні системи», 2010. Вип. 1. С. 41-53
101. Щербань П. М. *Прикладна педагогіка : навч.-метод. посіб.* Київ: Вища шк., 2002. 215 с.
102. Юдин Э. Г. *Методология науки. Системность. Деятельность*. Москва, 1997. 444 с.
103. Яременко Л. А. *Розвиток креативної особистості у позашкільних навчальних закладах : дис. ... канд пед. наук : 13.00.01*. Київ, 2011. 198 с.

РОЗДІЛ 2.

УДОСКОНАЛЕННЯ ПЕДАГОГІЧНИХ УМОВ НАВЧАННЯ УЧНІВ У ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНИХ ГУРТКАХ ЗАКЛАДІВ ПОЗАШКІЛЬНОЇ ОСВІТИ

2.1. STEM як ефективна педагогічна умова діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

Актуальність та важливість STEM обумовлена викликами сучасності, які вимагають від нового покоління вчити, розуміти та застосовувати більше інформації за її об'ємом та глибиною. Також не можна залишити осторонь той факт, що інтерес до технічних та природничих наук останнім часом був незначним, а сьогодні, в час найбурхливішого розвитку новітніх технологій, виникає нагальна необхідність підготовки висококваліфікованих спеціалістів із технічних та природничих спеціальностей [39].

Т. Кеннеді (Т. Kennedy), М. Оделл (М. Odell) відзначають, що «з вирівнюванням світової економіки у XXI столітті викладання наук, технологій, інженерії та математики (STEM) набуває нового значення, оскільки економічна конкуренція стала справді глобальною» [15].

У доповіді Рахункової палати США було передбачено, що «одне з кожних трьох робочих місць до 2015 р. буде пов'язане зі STEM» [6].

Аналіз досліджень аварій на атомних об'єктах, які мають колосальне значення для суспільства в енергетиці, показав, що в більшості випадків до катастрофічних наслідків привели саме непрофесійні дії персоналу [31]. І тільки незначний відсоток аварій стався через незалежні від людини обставини.

«Вивчення причин аварій на атомних об'єктах показує, що більшість із цих аварій пов'язані з людським фактором. У випадку аварії дії персоналу і його професіоналізм піддаються жорстоким випробуванням. Помилки

можуть призвести до катастрофічних наслідків, таких як Чорнобильська аварія або катастрофа на АЕС Фукусіма-1» [31].

Таким чином, недостатня кількість висококваліфікованих фахівців, які можуть ефективно працювати в технічній сфері, глобалізація, економічна конкуренція обумовили виникнення і розвиток STEM.

Слід відзначити, що важливість STEM, у тому числі підтверджується акцентуванням питання його розвитку на світовій арені, у тому числі політичними діячами та органами влади.

Так, у Сполучених Штатах Америки – державі звідки походить «STEM», Департамент освіти США відзначає: «Усі молоді люди повинні бути готові до глибокого мислення, ознайомлення з новими педагогічними, дослідницькими і ліберальними ідеями, здатними розглянути фундаментальні проблеми, що стоять перед нашою країною і світом як сьогодні, так і завтра.

Проте наразі досить мало молодих людей має доступ до якісного навчання зі STEM, а також мало хто з учнів освітніх закладів розглядає ці дисципліни як трамплін для своєї кар'єри» [23].

З'ясовано, що виконавчий офіс Президента Сполучених Штатів Америки у 2013 р. запровадив 5-річний стратегічний план щодо пріоритетності STEM, яким передбачається «зробити STEM пріоритетом у більшості адміністрацій сфери освіти. Через Міністерство освіти профінансувати 4,3 мільярди доларів для «Гонки за лідерство» на розробку комплексних стратегій з метою забезпечення якісних навчальних програм зі STEM» [1].

Встановлено, що Адміністрація Президента США Д. Трампа вживає подальших заходів з метою розповсюдження та розвитку STEM.

Зокрема, у звіті Комітету з освіти, національної науки і технологій на тему «Створення курсу на успіх: стратегія Америки для STEM-освіти» за 2018 р. зазначено:

«Визначити у закладах пріоритетним напрямом підготовку та підвищення кваліфікації працівників STEM у бюджетних запитах на 2020 фінансовий рік.

Заснувати Президентську Національну раду, яка підвищить рівень інформованості американських працівників про високу кваліфікацію при STEM підготовці, сприятиме розширенню професійної підготовки та стимулюватиме інвестиції в освіту працівників.

Розширити доступність учнів до 12 років до високоякісної STEM та комп'ютерної освіти – наказ Міністерства освіти США» [13].

Таким чином, американська влада визнає актуальність STEM і сьогодні здійснює його підтримку. Слід відзначити, що світові тенденції підтверджують важливість та необхідність розвитку STEM у багатьох державах світу.

Варто відзначити, що значна увага STEM приділяється у Великобританії. «STEM Learning – це найбільший постачальник підтримки освіти та кар'єри в галузі науки, техніки, інженерії та математики (STEM). Ми взаємодіємо зі школами, коледжами та іншими особами, що працюють з молоддю у Великобританії. Наше бачення – досягти світової STEM-освіти для всіх молодих людей у Великобританії» [20].

Світові тенденції підтверджують актуальність та необхідність розвитку STEM в Україні.

Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» Міністерства освіти і науки України оприлюднила інформацію, що «освіта в галузі STEM є основою підготовки співробітників у галузі високих технологій. Тому багато країн, такі як Австралія, Китай, Великобританія, Ізраїль, Корея, Сінгапур, США, проводять державні програми в галузі STEM-освіти» [59].

Ураховуючи загальносвітові тенденції, Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» розробила «Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних

навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік», де встановлюється, що «одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку природничо-математичного та гуманітарного профілів освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання, який сприяє популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді, підвищенню поінформованості про можливості їхньої кар'єри в інженерно-технічній сфері, формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта» [95].

Враховуючи перспективність STEM, у ході нашого дослідження ми приходимо до висновку про доцільність його застосування в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. Водночас, із метою глибшого розуміння категоріально-понятійного конструкту, проаналізуємо поняття «STEM» більш детально.

Питаннями STEM займалися вчені багатьох держав світу, зокрема В. Байбі (W. Bybee) [7], Л. Брескіна [52], Д. Брейнер (J. Breiner) [6], О. Буряк [53], Д. Вільямс (J. Williams) [27], Х. Гонзаліз (Heather B. Gonzalez) [14], О. Гуменний [57], С. Дембіцька [58], К. Джонсон (C. Johnson) [6], М. Келер (C. Koehler) [6], Т. Кеннеді (T. Kennedy) [15], О. Кузьменко [83], Д. Куінзі (Jeffrey J. Kuenzi) [14], Д. Лаюїум (D. Lajium) [12], Р. Майко [52], С. Неділько [83], І. Непоп [98], М. Оделл (M. Odell) [15], Н. Поліхун [103, 124], Е. Рив (E. Reeve) [19], М. Садовий [110], В. Сіпій [112], Г. Скрипка [113], І. Сліпухіна [124], В. Фоменко [121], С. Харкнесс (S. Harkness) [6], П. Ло Хай Чен (P. Lo Khai Chien) [12], І. Чернецький [103, 124], О. Шувалова [52], В. Шульгін [83] та ін.

У процесі дослідження встановлено, що термін STEM бере свій початок у 1990-х рр. Його запроваджено Національним науковим фондом (NSF) як «загальний ярлик для будь-якої події, політики, програми або практики, що включає одну або декілька дисциплін STEM» [7].

У США у 2001 р. Е. Б. Раупом була заснована організація «Ініціативна наука», яка в подальшому стала багатонаціональною освітньою компанією «STEM.org» [21].

Компанія розробляє і впроваджує програми, які підтримують підготовку учнів і педагогів з природничих наук, технологій, інженерії й математики – предметів, які стали відомі під загальною аббревіатурою «STEM».

Розшифровуючи аббревіатуру «STEM», Е. Рив (E. Reeve) відзначає, що: «у STEM «S» означає «Наука». Її можна визначити як вивчення природного світу, що включає спостереження і вимірювання явищ всесвіту.

«Т» в STEM означає «Технологія». Технологія стосується людських інновацій у дії, і вона є всюди.

Далі, «Е» у STEM означає «інженерний». Інженерія – це професія, в якій знання з математичних і природничих наук, отриманих у результаті вивчення, досвіду і практики, застосовуються з судженням для розробки способів економічного використання матеріалів і сил природи на користь людства.

Нарешті, «М» в STEM означає «математика». Математика – наука про закономірності та відносини і забезпечує точну мову для технології, науки і інженерії» [19].

Вчені Університету Цинциннаті (University of Cincinnati) і Іллінойського технологічного інституту (Illinois Institute of Technology) (США) Д. Брейнер (J. Breiner), С. Харкнесс (S. Harkness), К. Джонсон (C. Johnson), М. Келер (C. Koehler) акцентують увагу на питанні «Що таке STEM? Дискусія про поняття STEM в освіті та партнерстві» [6].

Згідно з їхніми дослідженнями, «з освітньої точки зору, поняття STEM може означати різноманітну діяльність, але зазвичай воно включає заміну традиційних лекційно-орієнтованих стратегій викладання більшою кількістю досліджень і проектних підходів.

Для деяких це STEM лише при інтеграції природничих наук, фізики, техніки та математичних навчальних планів, які більш тісно пов'язані в роботі реального вченого або інженера. Для інших STEM є поштовхом до випуску більшої кількості студентів у галузі природничих наук, технології, інженерії та математики» [6].

В Україні Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» констатує: «STEM (S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics). Акронім STEM вживається для позначення популярного напрямку в освіті, що охоплює науку (Science), технології (Technology), технічну творчість (Engineering) та математику (Mathematics).

Це напрям в освіті, при якому в навчальних програмах посилюється природничонауковий компонент + інноваційні технології. Технології використовують навіть у вивченні творчих, мистецьких дисциплін» [59].

Х. Гонзаліз (Heather B. Gonzalez), Д. Куїнзі (Jeffrey J. Kuenzi) у праці «Наука, техніка, інженерія та математика (STEM) Освіта: посібник» («Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer») відзначають, що «термін «STEM-освіта» відноситься до викладання та навчання у сфері науки, техніки, інженерії та математики. Як правило, включає освітню діяльність на всіх рівнях, від дошкільного до докторського, як у формальних, так і неформальних класах» [14].

Отже, встановлено, що поняття «STEM» є акронімом, утвореним з 4-х заголовних букв таких слів, як: «S» – science, «T» – technology, «E» – engineering «M» – mathematics, тобто «Наука», «Технології», «Фізика» та «Математика». Значна увага і в нормативних документах, і в працях учених приділяється STEM як підходу.

Держдепартамент освіти штату Меріленд у США зазначає, що: «STEM-освіта – це підхід до викладання та навчання, який об'єднує зміст і навички природничих наук, фізики, технологій та математики. Стандартами практичного застосування STEM є інструкції, що визначаються комбінацією

участі у дослідженні, логічності міркування та інтегрованості із змістом STEM, що очікуються від досвідченого студента STEM.

Мета STEM – це підготовка учнів до навчання після закінчення середньої школи та робочої сили 21-го століття» [18].

Уряд штату Тасманії в Австралії відзначає набуття нового значення STEM і впроваджує його як «планований, міждисциплінарний підхід до викладання та навчання, де зміст і навички з навчальних програм використовуються для дослідження реальних питань і навчання через завдання, засноване на проектах. У процесі навчання учні розвивають STEM грамотність у ключових навчальних галузях» [25].

Департамент освіти штату Небраска у США, розглядаючи STEM, акцентує увагу на інтегрованому підході та застосуванні STEM у подальшому житті: «STEM (наука, фізика, технології, математика) – це підхід, який відображає інтегровану і міждисциплінарну філософію викладання і навчання, що підкреслює спільний досвід роботи на базі школи, на роботі, в сім'ї та на рівні громад як контекст для надання допомоги учням оволодіти ключовими компетенціями в галузі науки, технології, інженерії та математики» [2].

Згідно з дослідженнями Д. Вільямс (J. Williams), Центру науки та технології освіти Університету Вайкато, Нова Зеландія (University of Waikato, New Zealand): «Проект Lead The Way (2005) являє собою інтегрований підхід до викладання STEM і визначає одну мету – підготовку студентів до університетських інженерних курсів» [27].

Д. Вільямс (J. Williams) вказує: «Замість інтеграції більш розумним підходом може бути розвиток взаємодії між предметами STEM шляхом розширення міжнавчальних зв'язків у контексті, коли цілісність кожного предмета залишається дотриманою. Взаємодія, а не інтеграція передбачає забезпечення зв'язків між предметами, коли обґрунтування таких питань чітке і пов'язане з оцінкою вчителів стосовно підвищення результатів

навчання студентів, а не віддаленими навчальними цілями чи зацікавленими соціальними групами, такими як інженери або політики» [27].

П. Ло Хай Чен (P. Lo Khai Chien), Д. Лаюіум (D. Lajium) зазначають: «Цей підхід в освіті покликаний революціонізувати викладання таких предметних галузей, як математика та природничі науки, шляхом включення технології та інженерії до регулярного навчального плану через створення «мета-дисципліни», що відноситься до підходу, набору загальних принципів та конкретних інструментів і методів, а не конкретної предметної галузі, і може застосовуватися в багатьох різних галузях» [12].

Українські вчені і практики також приділяють велику увагу STEM як підходу. Так, О. Буряк визначає STEM як «педагогічний підхід, що з'єднує, інтегрує розрізнені напрями знань в єдине ціле» [53].

І. Непоп, реалізуючи STEM-орієнтований підхід до навчання на уроках інформатики, зазначає: «Впроваджувати STEM-освіту у рамках програми на уроках інформатики цілком можливо. STEM-орієнтований підхід до навчання реалізується і шляхом проведення бінарних уроків, встановлення міжпредметних зв'язків на уроках інформатики» [98].

О. Гуменний, описуючи використання SMART-комплексів у STEM, зазначає: «Одним з актуальних напрямів модернізації та інноваційного розвитку освіти виступає STEM-орієнтований підхід до навчання. А саме впровадження Smart-комплексів навчальних дисциплін сприятиме популяризації інженерно-технологічних професій серед молоді, підвищенню поінформованості про можливості їх кар'єри в інженерно-технічній сфері, формуванню стійкої мотивації у вивченні дисциплін, на яких ґрунтується STEM-освіта» [57].

Надзвичайно важливим у контексті нашого дослідження постає питання визначення STEM, розгляд STEM-освіти.

Так, Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» формулює наступне визначення поняття STEM-освіта: «категорія, яка визначає відповідний педагогічний процес (технологію) формування і

розвитку розумово-пізнавальних і творчих якостей молоді, рівень яких визначає конкурентну спроможність на сучасному ринку праці: здатність і готовність до розв'язання комплексних задач (проблем), критичного мислення, творчості, когнітивної гнучкості, співпраці, управління, здійснення інноваційної діяльності. STEM-освіта ґрунтується на міжтрандисциплінарних підходах у побудові навчальних програм різного рівня, окремих дидактичних елементів, до дослідження явищ і процесів навколишнього світу, вирішення проблемно орієнтованих завдань» [95].

Спроба реалізації інтеграції STEM з гуманітарними науками в освітньому процесі відбулась у напрямі, який отримав назву «STEAM». Так, предметом дослідження сучасних вітчизняних дослідників стали міжпредметні зв'язки математики та інформатики з мистецтвом як приклад реалізації STEAM-освіти (Л. Брескіна, О. Шувалова, Р. Майко). На думку вчених, «STEAM-освіта є прикладом реалізації міжпредметних зв'язків між природничими науками (Science), сучасними технологіями (Technology), інженерією й проектуванням (Engineering), гуманітарними дисциплінами й мистецтвом (Arts) та математикою (Mathematics) з метою підвищення якості оволодіння природничо-математичними дисциплінами» [52].

В. Байбі (W. Bybee) підкреслює, що «загальна мета STEM-освіти полягає в подальшому розвитку освіченого суспільства STEM, де «STEM-освіченість» включає:

- знання, ставлення та вміння визначати питання та проблеми в життєвих ситуаціях, пояснювати природний і задуманий світ й відображати на основі доказів висновки щодо питань, пов'язаних зі STEM;
- розуміння характерних особливостей дисциплін STEM як форми гуманітарних знань, пошуків та дизайну;
- усвідомлення того, як дисципліни STEM формують наше матеріальне, інтелектуальне та культурне середовище;

– готовність брати участь у питаннях, пов'язаних зі STEM та ідеями науки, технології, техніки та математики як конструктивний, занепокоєний та рефлексивний громадянин» [8].

Livescience зазначає: «Що відрізняє STEM від традиційної природничо-математичної освіти, так це змішане середовище навчання і демонстрація учням того, як науковий метод може застосовуватися в повсякденному житті. Він вчить студентів обчислювальному мисленню і фокусується на реальних рішеннях проблем». Як зазначалося раніше, навчання в STEM починається, коли учні дуже молоді» [24].

Поняття «STEM» у навчанні Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти» визначає таким чином: «Це напрям в освіті, при якому в навчальних програмах посилюється природничо-науковий компонент та інноваційні технології. Технології використовують навіть у вивченні творчих, мистецьких дисциплін» [59].

Т. Кеннеді (Т. Kennedy), М. Оделл (М. Odell) зазначають: «STEM-освіта перетворилася на метадисципліну, інтегровану роботу, яка усуває традиційні бар'єри між цими предметами і замість цього зосереджується на інноваціях і процесі проектування рішень складних контекстних проблем, використовуючи сучасні інструменти та технології» [15].

Розвиваючи ідеї STEM, Міжнародна рада асоціацій науки та освіти прийшла до висновків, що «освіта STEM спирається на реформування математики та природничо-наукової освіти. Ініціатива зосереджується на збільшенні кількості студентів у трудовій діяльності та, в кінцевому підсумку, на робочу силу. STEM свідчить, що для перетворення методів викладання та навчання необхідні нові освітні інструменти та стратегії» [15].

В. Сіпій, аналізуючи власний дослідницький досвід, зауважує, що «STEM-освіта як різновид політехнічної освіти у закладах загальної середньої освіти ... може бути аналогом політехнічної освіти, і, зважаючи, що саме STEM-освіті належить особлива роль в реалізації компетентнісного підходу, ми добирали організаційні форми навчання фізики, які є найбільш

ефективними у процесі формування політехнічного складника предметної компетентності» [112].

В. Фоменко запропонував курс загальної фізики для нефізичних спеціальностей як підгрунтя STEM-освіти, підкресливши: «Важливу роль у формуванні засад STEM-освіти у підготовці фахівців за цими (а також іншими) спеціальностями має відігравати курс загальної фізики, оскільки цей курс акумулює різні аспекти STEM-освіти і, крім того, формує інтелектуальний потенціал особистості» [121].

Вдосконаленням організації самостійної роботи студентів машинобудівних спеціальностей за вимогами STEM-освіти займалась С. Дембіцька. Вона вважає, що: «...найбільш ефективним для набуття фахових компетенцій є вдосконалення організації самостійної роботи студентів саме за вимогами STEM-освіти. Цей процес передбачає:

- зміщення акцентів у процесі організації самостійної роботи студентів машинобудівних спеціальностей з вузькопредметних на загальнодидактичні, що дозволяє розуміти структуру та зміст усієї фахової підготовки як єдиного цілого;
- оновлення структури та змісту самостійної роботи відповідно до сучасних досягнень науки;
- визначення та оцінювання результатів самостійної роботи через фахові компетентності студентів;
- запровадження активних технологій навчання з метою розвитку критичного і системного мислення;
- створення умов для здобуття не лише фахових компетенцій, але й педагогічної культури студентів машинобудівних спеціальностей;
- використання інформаційних технологій для організації та контролю самостійної роботи студентів з метою координації та контролю даного виду роботи» [58].

М. Садовий, займаючись питанням моделювання хмарних технологій як практичним втілення STEM, зазначає: «Характерною особливістю хмаро

орієнтованих навчальних середовищ (ХОНС) є властивість інтеграції із STEM-освітою. Це пов'язане з орієнтацією на конкретні потреби користувачів, якими є суб'єкти навчання. Для дослідження такої інтеграції ми скористалися моделлю хмарних обчислень Cloud Computing Maturity Model (CCMM)» [110].

У журналі досліджень викладання довузівської освіти (Journal of Pre-College Engineering Education Research) загострюється питання ефективності навчання і розглядається питання підвищення якості освіти шляхом запровадження STEM: «Інтегрована STEM освіта є одним із способів зробити навчання більш зв'язним і актуальним для студентів. Існує потреба у подальших дослідженнях та обговоренні знань, досвіду, навичок, як вчителі мають ефективно навчати інтегрованої STEM-освіти» [22].

Т. Кеннеді, М. Оделл підкреслюють: «Хоча наукове дослідження передбачає формулювання питання, на яке можна відповісти через дослідження, інженерне проектування передбачає формулювання проблеми, яке може бути вирішене шляхом проектної роботи та може бути встановлене та оцінене на стадії проектування.

STEM-освіта проносить ці два поняття разом через всі чотири дисципліни» [15].

Отже, дослідженню STEM в освіті присвячені роботи закордонних і вітчизняних вчених, державних, наукових установ та громадських об'єднань. Водночас, як у документах, так і в наукових дослідженнях учених одночасно STEM визначається як «навчання», «проект», «напрямок», «методика», «технологія» тощо. Зупинимось на більш детальному розгляді.

STEM-орієнтоване навчання як педагогічну проблему досліджували Н. Поліхун, І. Сліпухіна, І. Чернецький, поставивши собі за мету «проаналізувати новий освітній напрямок STEM, що застосовується як ключовий у реформуванні освітніх систем багатьох країн світу, з'ясувати сутність, актуальність, виявити основні підходи до реалізації, а також прослідкувати існуючі тенденції, намічені в Україні щодо його

впровадження. У 1990-х рр. зародився STEM-підхід до навчання, який сьогодні впроваджується на державному рівні в країнах, орієнтованих на формування власної науково-технічної еліти і стає «зоною» посиленого фінансування технологічно орієнтованих освітніх проектів з боку державних та приватних агенцій та установ» [103].

У спільній праці Техаського університету (США) та Університету Бількент (Туреччина), розглядаючи питання STEM та його впровадження в навчальний процес, прийшли до висновку, що «наука, фізика, технології та математика (STEM) є навчанням на основі проектів, що інтегрує методи оцінювання та різні аспекти навчального досвіду. Незважаючи на те, що проектно орієнтовне STEM навчання змінює фокус уваги оцінювання з підсумкового на формуючий етап, більша увага приділяється міжособистісному домену. Завдяки природі STEM орієнтованого проектного навчання, яке зосереджене на розробці реальних проектів, де студенти можуть застосовувати своє розуміння різних концепцій, оцінювання є як на формуючому, так і підсумковому етапах. Це оцінювання проводиться за допомогою таких технік, як системи зворотного зв'язку на заняття та рубрики» [11].

Вітчизняними дослідниками також розглядаються питання STEM-проектів. Так, Г. Скрипка, яка досліджувала практичні аспекти використання освітніх YouTube-каналів в процесі реалізації STEM-проектів, зазначає, що «сучасні STEM-проекти неможливо впроваджувати без використання інформаційно-комунікаційних технологій – комп'ютерів чи планшетів (смартфонів) із встановленими на них програмами для проведення досліджень та обробки їх результатів; Інтернет-ресурсів; датчиків та цифрових лабораторій, зокрема YouTube-каналів» [113].

Також існує думка, що «STEM – це навчальний план, заснований на ідеї навчання учнів за чотирма спеціальними дисциплінами – науці, техніці, інженерії та математиці з використанням міждисциплінарного і прикладного підходу. Замість того, щоб викладати чотири дисципліни як окремі та

дискретні предмети, STEM інтегрує їх у цілісну парадигму навчання, що базується на реальних програмах» [24].

Серед вітчизняних дослідників можливість впровадження STEM-методики під час навчання математики у школі вивчала Ю. Рудніцька, яка прийшла до висновку, що «STEM – нова методика навчання учнів, яка має таку основу:

1. Інтегроване навчання за темами, а не за предметами, які тісно пов'язані між собою на практиці при вивченні математики, природничих дисциплін, технології та інженерії.

2. Використання науково-технічних знань у реальному житті» [109].

Таким чином, STEM завдяки застосуванню практичних занять показує, яким чином можуть використовуватися знання на практиці.

Прогнозованими результатами впровадження STEM, зазначеними на офіційному сайті School improvement in Maryland, є те, що учні, які володіють STEM, «застосовуватимуть відповідну технологію для відповіді на складні питання, досліджуватимуть глобальні проблеми і розроблятимуть рішення сучасних викликів і реальних світових проблем» [18].

Н. Гончарова вивчала можливість використання віртуальної реальності в STEM. Так, за її твердженням, «провідним у впровадженні STEM-освіти, як одного з інноваційних напрямів, ми вбачаємо використання сучасних технологій. І однією з таких технологій, яка активно розвивається в останні роки, є віртуальна реальність» [56].

О. Кузьменко, С. Неділько, В. Шульгін займалися питанням використання цифрових лабораторій у навчанні фізики в контексті STEM. Вчені зазначають: «Використання цифрових лабораторій дозволяє отримати уявлення про суміжні освітні сфери, а також розвиток науково-дослідної діяльності закладів вищої освіти, зокрема технічного профілю. Цифрова лабораторія дозволяє отримати інформацію про такі напрями, як інформаційні технології, сучасне обладнання дослідної лабораторії, математичні функції та графіки, статистику, методику проведення

досліджень та інші» [83].

О. Степаненко, розглядаючи STEM як один із шляхів формування науково-дослідницьких навичок на заняттях у Малій академії наук України, вважає: «Одним з ефективних засобів формування STEM-компетентностей гуртківців є дослідницько-проектна діяльність. Під час виконання навчальних проектів активізується дослідницька, творча діяльність учасників навчального процесу, спрямована на отримання самостійних результатів під керівництвом учителя, керівника гуртка, наукового керівника. Ця робота є найефективнішою для розвитку дослідницьких і наукових здібностей вихованців» [115].

І. Чернецький розглядає дидактику STEM, використовуючи особливості технології навчання на основі методики відеоаналізу фізичних явищ: «Особливо популярними залишаються програмні продукти зі статусом вільного використання (OSP). На основі використання OSP для відеоаналізу фахівцями STEM – лабораторії МАНЛаб розроблено методики проведення лабораторних досліджень з механіки, зокрема, «Дослідження прямолінійного рівноприскореного руху», «Вимірювання прискорення вільного падіння», «Дослідження руху тіла, кинутого вертикально вгору», «Дослідження руху тіла, кинутого під кутом до горизонту», «Дослідження руху тіла, кинутого горизонтально», «Дослідження рівномірного руху тіла по колу», «Дослідження умов рівноваги тіла під дією кількох сил», «Дослідження пружних властивостей тіл», «Вимірювання моменту інерції тіла», «Дослідження руху зв'язаної системи тіл» тощо» [124].

Х. Ліщинська, А. Сенік, М. Сокіл застосовували віртуальні навчальні технології в процесі організації STEM-навчання і прийшли до висновку, що «створення навчальних курсів та віртуальних лабораторій у межах віртуального навчального середовища навчального закладу як один з проявів впровадження STEM-освіти може покращити концептуальне мислення та ефективність досліджень» [85].

У світі нині надають істотну підтримку STEM. Міністерство освіти Сполучених Штатів Америки звертає увагу: «Оскільки ми знаємо, що навчання відбувається скрізь – як всередині, так і за межами формальних шкільних умов, – програма громадських освітніх центрів 21-го століття при Департаменті співпрацює з НАСА, Службою національних парків та Інститутом музейного та бібліотечного обслуговування для надання високоякісного контенту STEM і досвіду для учнів зі шкіл з низькими доходами, але високим потенціалом» [23].

У дослідженні О. Єгорової зазначається: «Центри 21-го століття, аналог закладів позашкільної освіти, стали ефективними осередками з STEM навчання» [60].

Ряд дослідників з технологічної освіти також підкреслюють, що освіта STEM забезпечує кар'єрний шлях до інженерної професії [26].

Проаналізувавши досвід вітчизняних та іноземних науковців, практиків, представників державних інституцій та громадськості, спираючись на досвід країни, де STEM впроваджується з 2001 року, а на державному рівні має підтримку з 2015 року, а також на вітчизняні практики та дослідження, ми робимо висновок, що такий підхід є перспективним для впровадження в закладах позашкільної освіти. Адже кожен наш гурток, кожне творче об'єднання може використовувати елементи програм STEM.

Проаналізувавши вітчизняні та зарубіжні джерела, встановлено, що відсутнє однозначне визначення STEM. Дослідженням встановлено, що в сучасних умовах STEM у науково-освітній практиці розглядається як «підхід», «освіта», «навчання», «проект», «напрямок», «методика», «технологія» тощо.

Але у Законі України про освіту, а саме в п. 1. Статті 10 «Складники та рівні освіти», зазначається наступне: «Невід'ємні складники системи освіти, а саме: дошкільна освіта; повна загальна середня освіта; позашкільна освіта; спеціалізована освіта; професійна (професійно-технічна) освіта; фахова передвища освіта; вища освіта; освіта дорослих, у тому числі

післядипломна освіта» [63]. Враховуючи проведений аналіз іноземних джерел та законодавства України, ми вважаємо, що казати про STEM-освіту в Україні некоректно, оскільки таке формулювання суперечить Закону України про освіту та початковому глузду аббревіатури.

Таким чином, усі складові, а саме, наука, фізика, технології, математика, тобто STEM, безпосередньо пов'язані з діяльністю фізико-математичних гуртків.

STEM у навчанні учнів під час занять у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти – це підхід, який заснований на ідеї навчання учнів за чотирма напрямками (змістовими лініями) – науці, техніці, фізиці та математиці з використанням міждисциплінарного і прикладного підходу.

Отже, узагальнення теоретичних засад показало, що в системі освіти STEM позиціонують як STEM-підхід, STEM-навчання, STEM-освіту, STEM-підготовку. При цьому в системі позашкільної освіти найбільш доцільним, на наш погляд, є розглядати STEM-підхід як педагогічну умову.

STEM-підхід у позашкільній освіті слід розуміти як підхід, що базується на інтеграції «Science/Науки», «Technology/Технології», «Engineering/Фізики» та «Mathematics/Математики» у освітньому процесі закладів позашкільної освіти.

2.2. Педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу

У процесі дослідження було сформульовано гіпотезу, що діяльність фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти буде більш ефективною з застосуванням STEM-підходу як педагогічної умови.

Під час дослідження, застосовуючи STEM-підхід у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, нами, перш за все, враховувалося, що актуальність удосконалення діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти обумовлювалася важливістю позашкільної освіти; по-друге, необхідністю навчання учнів технічним та природничим наукам, розкриття їх творчого, інтелектуального потенціалу, організації змістовного дозвілля, сприяння зацікавленості до природничих наук, що відіграє важливу роль у розвитку особистості, суспільства, держави.

На підставі вищезазначеного, першою педагогічною умовою ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти нами визначено вдосконалення мети, принципів та завдань освітнього процесу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.

Встановлено, що метою освітнього процесу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є формування компетентностей особистості з науки, технологій, фізики та математики.

Ці міркування обумовлюються тим, що наука, технології, фізика та математика на сучасному розвитку суспільства знаходяться в центрі уваги як важливі предметні, освітні, наукові знання.

З іншої сторони, формування компетентностей закріплено в Законі України «Про освіту», де компетентність визначається як «динамічна

комбінація знань, умінь, навичок, способів мислення, поглядів, цінностей, інших особистих якостей, що визначає здатність особи успішно соціалізуватися, провадити професійну та/або подальшу навчальну діяльність» [63].

Формулюючи завдання ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу як педагогічної умови, нами враховувалась необхідність застосування компетентнісного підходу, що знаходиться в основі цільових, процесуально-змістових та результативних характеристик сучасної позашкільної освіти.

При цьому основна увага приділялася необхідності розвитку в учнів, встановлених у дослідженні «чотирьох основних компетентностей – пізнавальної, практичної, творчої та соціальної» [36].

Так, завдання розвитку пізнавальної компетентності в учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти передбачало засвоєння початкових знань, елементарних уявлень і понять про науку, технології, фізику та математику, ознайомлення з найпростішими фізико-математичними та техніко-технологічними процесами та ін.

Встановлено, що розвиток практичної компетентності в учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти визначало формування вмінь та навичок застосування отриманих знань на практиці, в ході розв'язання наукових, технологічних, фізичних та математичних завдань та ін.

У процесі дослідження виявлено, що формування творчої компетентності в учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти окреслювало розвиток досвіду творчої діяльності з науки, технологій, фізики та математики, формування стійкого інтересу до науки, технологій, фізики та математики, здатність проявляти творчу ініціативу та ін.

З'ясовано, що розвиток соціальної компетентності в учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти передбачало виховання культури особистості, позитивних якостей, формування емоційно-вольової

сфери, набуття досвіду комунікації, входження до соціуму та ін.

Серед основних принципів ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу як педагогічної умови нами визначено наступні:

- міждисциплінарність;
- інтеграція;
- доступність;
- практичність;
- візуалізація.

Так, під принципом міждисциплінарності ми розуміємо такий підхід до діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, який дозволяє вивчати навчальний матеріал, використовуючи методи, засоби, теорії та моделі, інструментарій різних галузей і наук. Застосовуючи принцип міждисциплінарності, можна істотно змінювати глибину навчального матеріалу та обсяг досліджуваних питань, розширюючи можливості його застосування.

Слід відзначити, що відповідно до другого принципу, інтеграції, у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти нами застосовувалося поєднання різних методів та форм навчання. Зокрема, при вивченні навчального матеріалу можуть застосовуватися як лекційні, так практичні заняття, а також семінарські, дискусії, заняття-гра, екскурсії тощо. Такий підхід дозволяє залучити всіх дітей до освітнього процесу та викликати інтерес до розглядуваного питання. Також під час застосування принципу інтеграції у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, активних форм навчання, діти спілкуються між собою, дотримуючись певних стандартів поведінки, розвиваючись таким чином у соціальному аспекті.

У процесі дослідження виявлено, що важливим у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти є третій з перелічених принципів – принцип доступності, який передбачає вивчення матеріалу на

такому рівні, який зможуть опанувати учні. Тобто, діяльність гуртка концентрується навколо питань, що доступні, зрозумілі та цікаві учням, відповідають їхнім фізіологічним і психологічним особливостям.

Під принципом практичності розуміється навчання на основі врахування реальних життєвих ситуацій і пошуку шляхів їхнього вирішення через опанування науки, технологій, фізики, математики. Тобто, учні, вирішуючи певні задачі з науки, технологій, фізики, математики, одночасно набувають життєвих вмінь. Окрім набуття реальних умінь та навичок, в освітньому процесі відбувається швидше засвоєння матеріалу.

Не менш важливим у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є принцип візуалізації, який визначає активне застосування наочності, демонстрації тощо з метою прискорення та полегшення вивчення навчального матеріалу.

Таким чином, удосконалення мети, принципів та завдань освітнього процесу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є першою педагогічною умовою їхньої ефективної діяльності.

Визначаючи другу педагогічну умову ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу, нами було виявлено необхідність включення до змісту освіти на всіх рівнях як теоретичного матеріалу, так і практичних завдань із урахуванням 4-х змістових ліній, а саме:

Змістова лінія I. «S» – «Science / Наука»;

Змістова лінія II. «T» – «Technology / Технології»;

Змістова лінія III. «E» – «Engineering / Фізика»;

Змістова лінія IV. «M» – «Mathematics / Математика».

Слід відзначити, що модернізація змісту освіти з урахуванням STEM-підходу як ефективної педагогічної умови навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти потребувала його відображення у відповідній навчальній програмі фізико-математичного

гуртка для учнів основного та вищого рівня навчання.

При цьому, зміст навчальної програми фізико-математичного гуртка побудовано з урахуванням STEM-підходу.

Для досягнення мети і реалізації поставлених завдань нами було розроблено зміст навчання, який розрахований на роботу з учнями середнього і старшого шкільного віку фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти.

Слід відзначити, що зміст навчання фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти забезпечує умови індивідуалізації та диференціації навчання відповідно до віку, психофізичних особливостей, здібностей та персональних схильностей учнів.

Опанування змісту навчання фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти передбачало 3 роки навчання, де у групах основного рівня 2 роки з кількістю годин на першому році занять 144 год. (4 год./тиждень), наступний рік, 2-й, 216 год. (6 год./тиждень); на вищому рівні кількість годин становила 216 год. (6 год./тиждень).

Зміст навчання фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти включав як теоретичний матеріал, так і практичну роботу.

У процесі дослідження було встановлено, що доцільно розділи навчальної програми поділити на теми, які вузько відповідають питанням, що вирішуються під час проведення занять.

При цьому теми були подані з урахуванням поступового ускладнення завдань, матеріал згруповано за смисловою ознакою з урахуванням логічного викладання взаємопов'язаних розділів. Враховуючи підготовку дітей, доцільно адаптувати кількість годин, яка потрібна для опанування тієї чи іншої теми, і вносити до програми відповідні корективи.

Врахування STEM-підходу під час складання навчального плану та проведення занять дозволило змінювати сферу діяльності учнів, переходячи від теоретичного вивчення матеріалу до виконання практичних завдань і розроблення та створення виробів, які виготовляються учнями власноруч.

Варто відзначити, що у змісті програми враховані міжпредметні зв'язки з вивченням навчальних дисциплін «Математика», «Фізика» та ін.

Більш детально розкриємо зміст навчання фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти основного і вищого рівнів. Так, розроблений нами навчально-тематичний план фізико-математичного гуртка основного рівня першого року навчання представимо в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Навчально-тематичний план фізико-математичного гуртка
основного рівня

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Основний рівень, перший рік навчання			
Вступ	2	-	2
Розділ 1. Science/Наука: Загальні питання науки	4	4	8
1.1. Історія науки	4	-	4
1.2. Структура науки	4	-	4
Розділ 2. Technology/Технології: Основи техніки і технологій	8	14	22
2.1. Поняття про технології	2	2	4
2.2. Елементи графічної грамоти	2	4	6
2.3. Технічне моделювання та конструювання	4	8	12
Розділ 3. Engineering/Фізика: Фізика – наука про природу	26	24	50
3.1. Історія та основи фізики	6	10	16
3.2. Величини та їх вимірювання	2	10	12
3.3. Механіка	8	14	22

Розділ 4. Mathematics/Математика: Основи математики	20	40	60
4.1. Числа і вирази	6	14	20
4.2. Рівняння та нерівності	4	8	12
4.3. Основи геометрії	10	18	28
Підсумок	2	-	2
Разом:	62	82	144
Основний рівень, другий рік навчання			
Вступ	3	-	3
Розділ 1. Science/Наука: Наукові дослідження	15	15	30
1.1. Основи наукової роботи	6	6	12
1.2. Експеримент як частина наукового дослідження	6	6	12
1.3. Правові та етичні норми проведення наукових досліджень	3	3	6
Розділ 2. Technology/Технології: Інформаційно-комунікаційні технології	12	15	27
2.1. Текстовий і табличний процесори	6	6	12
2.2. Електронні презентації	3	6	9
2.3. Мережеві технології	3	3	6
Розділ 3. Engineering/Фізика: Загальна фізика	30	57	87
3.1. Вступ до молекулярної фізики	9	21	30
3.2. Основи електродинаміки	9	24	33
3.3. Атомний проект	12	12	24

Розділ 4. Mathematics/Математика: Алгебра і геометрія	21	45	66
4.1. Множини та дії над ними	6	9	15
4.2. Текстові задачі	3	6	9
4.3. Планіметрія та стереометрія	12	30	42
Підсумок	3	-	3
Разом:	94	122	216

Встановлено, що опанування змісту навчання у фізико-математичному гуртку передбачає, насамперед, ознайомлення з планом роботи гуртка. Важливим у змісті навчання є проведення інструктажу з техніки безпеки та правилами поведінки в гуртку під час занять.

Під час навчання у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня при опануванні учнями розділу «Science/Наука: Загальні питання» виділяються дві теми – «Історія науки» і «Структура науки».

У темі з історії науки здійснюється вивчення положень щодо науки як спеціалізованої форми пізнання, виникнення науки, історичних періодів розвитку науки.

Окрема увага у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня приділяється питанням сучасної науки, у тому числі знайомству з історією зародження та розвитку STEM.

При опануванні теми щодо структури науки у змісті навчання фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти основного рівня на основі STEM-підходу розглядаються загальні положення щодо наукових теорій, галузей наук, характерних рис теоретичного та практичного рівнів пізнання.

Під час занять у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня доцільно в практичній частині

навести приклади сучасних винаходів, здійснити аналіз відкриттів та шляхів їхнього здійснення. Також доцільно провести анкетування учнів тощо.

Слід відзначити, що при опануванні учнями розділу «Technology/Технології: Технології виробництва» у процесі навчання у гуртку на першому році основного рівня виділяються такі теми: «Поняття про техніку і технології», «Елементи графічної грамоти» та «Технічне моделювання та конструювання».

Так, при проходженні теми «Поняття про техніку і технології» з учнями у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня спочатку обговорюються значення та важливість техніки у сучасному житті людей, розглядаються етапи розвитку технологій. Доцільно після цього здійснювати ознайомленням з сучасними технологіями та видами техніки, розглянути їхні класифікації.

Відзначимо, що наступною темою занять фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти, яка пропонується для вивчення учнями, є «Елементи графічної грамоти». Так, учні мають можливість вивчати основи графічних знань, а саме: зображення, лінії креслення і умовні позначення. Також навчаються креслити, а згодом і розробляти технічний рисунок. Тобто, тема «Елементи графічної грамоти» є логічним продовженням теми «Поняття про техніку і технології», після вивчення якої учні у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня починають розуміти техніку і технології на глибшому рівні, готуючись вивчати внутрішню будову пристроїв.

Наступна тема «Технічне моделювання та конструювання» у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня присвячена вивченню матеріалів, їхніх видів, властивостей та можливостей застосування. Також розглядається питання використання вторинних матеріалів.

Пройшовши всі три розділи першого року основного рівня навчання у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році

основного рівня, учні можуть приступати до розгляду та вирішення нескладних технічних та технологічних задач.

Встановлено, що під час занять практичної частини за розділом «Technology/Технології: Технології виробництва» у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня здійснюється обробка паперу та картону, металевого дроту. Виготовляються вироби плоскої форми з застосуванням декількох деталей, а згодом найпростіших моделей техніки, макетів за шаблонами, кресленнями за зразком та власним задумом.

Під час навчання у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня при опануванні учнями розділу 3 «Engineering/Фізика: Фізика – наука про природу» виділяються три теми: «Історія та основи фізики», «Величини та їхнє вимірювання» та «Механіка».

Так, під час вивчення першої теми «Історія та основи фізики» учні вивчають історію фізики та знайомляться з використанням наукового методу дослідження у фізиці. Також розглядаються питання, з чого складаються речовини, тобто предметом розгляду стають атоми та молекули. Доцільним є розглянути найбільш поширені молекули в тілі людини, на Землі та у всесвіті.

Крім цього, у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня доцільно розглянути положення щодо розміру, маси, будови та форми атомів і молекул. Зокрема, варто й обговорити питання неподільності атома.

У другій темі «Величини та їх вимірювання» учні у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня знайомляться з прямими та непрямими методами вимірювання фізичних величин, вчать вимірювати певні величини самостійно.

Важливим у цій темі є звернути увагу на систематизацію отриманих

знань, які переходять до основних характеристик вимірювань та розглядають міжнародну систему одиниць СІ. Також на занятті у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня учні з'ясовують поняття про абсолютну та відносну похибки.

При вивченні третьої теми «Механіка» розглядаємо механічний рух, фізичні моделі матеріальної точки, різні види траєкторій, а також констатуємо відносність руху.

Також у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня у третій темі розглядаються фундаментальні закони механіки, а саме закони збереження енергії та імпульсу. Окремо звертається увага на механічну роботу та потужність, які згодом розглядаються на прикладі механізмів та приладів.

Під час занять практичної частини розділу 3 «Engineering/Фізика: Фізика – наука про природу» у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня розв'язуються задачі з пройдених тем, проводяться лабораторні роботи, зокрема щодо вимірювання та обрахунку похибки, законів збереження, потужності деяких приладів тощо.

Відзначимо, що під час навчання у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня при опануванні учнями розділу 4 «Mathematics/Математика: Основи математики» виділяються три теми: «Числа і вирази», «Рівняння та нерівності» та «Основи геометрії».

Так, під час вивчення першої теми «Числа і вирази» у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня розглядаються раціональні числа та можливі арифметичні дії над ними, тобто додавання, віднімання, множення та ділення. Також розглядається відношення пропорції та лінійна функція.

У другій темі «Рівняння та нерівності» учні опановують питання щодо розв'язку рівнянь та нерівностей, наводиться схема розв'язку лінійних рівнянь та розглядається лінійна функція. Також розглядаються приклади

нерівностей та їхнього вирішення.

У третій, заключній темі «Основи геометрії» учнями у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня розглядаються поняття про точку та геометричні фігури на площині та їхні властивості. Вводиться поняття довжини, площі, відстані, градусної міри кута тощо.

Під час практичних занять розділу «Mathematics/Математика: Основи математики» учнями у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти на першому році основного рівня виконуються дії над числами, розв'язуються рівняння, будуються графіки лінійної функції.

Водночас, у практичній роботі виконуються виміри та обрахунки їхніх геометричних величин.

Таким чином, вище представлено STEM-підхід як педагогічну умову модернізації змісту освіти у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти основного рівня першого року з урахуванням 4-х змістових ліній «S» – «Science / Наука», «T» – «Technology / Технології», «E» – «Engineering / Фізика», «M» – «Mathematics / Математика».

Є сенс детально зупинитися на змісті навчання учнів у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти другого року основного рівня з урахуванням STEM-підходу як педагогічної умови.

Слід відзначити, що зміст навчання у фізико-математичному гуртку основного рівня другого року навчання відображає загальний підхід щодо модернізації змісту освіти у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з урахуванням 4-х змістових ліній «S» – «Science / Наука», «T» – «Technology / Технології», «E» – «Engineering / Фізика», «M» – «Mathematics / Математика».

У гуртку на другому році основного рівня під час проходження учнями розділу 1 «Science/Наука: Наукові дослідження» виділяються три теми: «Основи наукової роботи», «Експеримент як частина наукового дослідження» та «Правові та етичні норми проведення наукових

досліджень».

Під час вивчення першої теми «Основи наукової роботи» учні розглядають завдання та предмет наукового дослідження, типи наукового дослідження. Важливими також є проблеми специфіки методів наукового дослідження, фундаментальні і прикладні дослідження.

Водночас, під час навчання в фізико-математичному гуртку на другому році основного рівня під час вивчення розділу «Technology/Технології: Інформаційно-комунікаційні технології» виділяються три теми, а саме: «Текстовий і табличний процесори», «Електронні презентації» та «Мережеві технології».

Включення до змісту навчання першої теми «Текстовий і табличний процесори» викликано необхідністю для кожної сучасної людини вміння працювати з електронними таблицями та у текстових редакторах. При вивченні даної теми учні працюють з прикладним програмним забезпеченням та його інструментарієм. Вивчають та застосовують основні можливості й функції текстових та табличних процесорів.

Наступною темою є «Електронні презентації». Вона викликає значний інтерес школярів, оскільки, ще недавно будучи нововведенням, презентація нині стала незамінною при підготовці майже будь-якої якісної доповіді. На заняттях із згаданої теми розглядаються типи та види електронних презентацій. Загострюється увага на ролі електронних презентацій при виступі та представленні результатів наукового дослідження. Окремо розглядається сукупність вимог до таких електронних презентацій, з метою їхнього подальшого ефективного застосування.

Остання тема в цьому розділі – «Мережеві технології». На заняттях із даної теми розглядаються мережеві технології та їхнє використання при проведенні досліджень, під час навчання. Зокрема, одним із прикладів є мережа Інтернет. Звертається увага на технічну сторону питання, тобто на класифікацію та типи сервісів мережевих технологій. Обговорюються проблеми безпеки та культури використання мережевих сервісів.

Під час виконання завдань практичної частини розділу «Technology/Технології: Інформаційно-комунікаційні технології» виконується форматування об'єктів текстових і табличних процесорів, створюються та презентуються власні презентації та застосовуються мережеві технології.

Встановлено, що під час навчання в фізико-математичному гуртку на другому році основного рівня під час вивчення розділу «Engineering/Фізика: Загальна фізика» виділяються три теми: «Вступ до молекулярної фізики», «Основи електродинаміки» та «Атомний проект».

При вивченні теми «Вступ до молекулярної фізики» учні розглядають основні положення молекулярно-кінетичної теорії. Як наслідок, описується модель ідеального газу та рівняння ідеального газу. Вивчаються такі аспекти молекулярно-кінетичної теорії, як кількість теплоти, питома теплоємність речовин, робота в термодинаміці. З метою освоєння прикладів реального застосування молекулярно-кінетичної теорії наводиться принцип роботи теплового двигуна.

У другій темі «Основи електродинаміки» учні вивчають електромагнітну взаємодію тіл і проходять такі теми, як основи електростатики, електричне поле, закон Кулона та робота в електростатиці. Учням описуються та демонструються такі матеріали, як провідники та діелектрики, обговорюється електроємність. Розглядається спрямований рух електрично заряджених частинок – електричний струм та магнітні явища. Описується сутність та демонструється принцип дії електродвигуна як приклад застосування знань з основ електродинаміки.

Третя тема «Атомний проект» стосується останньої нерозглянутої фундаментальної взаємодії в фізиці. Прояв цієї взаємодії доречно вивчати при розгляді наступних питань: ізотопи, радіоактивність та ланцюгова ядерна реакція. Прикладом застосування знань із поданої теми є атомний проект людства, результатом якого стали ядерний реактор, керована та некерована ланцюгова реакції. Окремо розглядаються характеристики України як

атомної держави та обговорюються перспективи використання атомної енергії розпаду та синтезу.

Під час практичних занять розділу «Engineering/Фізика: Загальна фізика» педагогом наводяться приклади теплових двигунів та роз'яснюється принцип їхньої роботи. Розв'язуються задачі із знаходження роботи та потужності теплових двигунів. Оскільки побачити просто очима електричне поле неможливо, проводиться його демонстрування за допомогою металевих стружок, а також під час проведення лабораторної роботи з електромагнітної індукції, в процесі виконання якої визначається сила притягання двох електричних частинок. Окрім виконання завдань із напіврозпаду речовини та обчислення віку Землі методом радіоізотопного датування, з теми «Атомний проект» у віртуальній лабораторії виконується лабораторна робота.

В подальшому, під час навчання в гуртку на другому році основного рівня, у процесі вивчення розділу «Mathematics/Математика: Алгебра і геометрія» виділяються три теми, а саме: «Множини та дії над ними», «Текстові задачі» і «Планіметрія та стереометрія».

У темі «Множини та дії над ними» учнями розглядаються числові множини раціональних та ірраціональних чисел та дії над ними, правила додавання, віднімання, множення, ділення (арифметичні дії) над дробами. Вивчаються такі теми, як тотожні перетворення та деякі ознаки подільності.

Під час вивчення другої теми «Текстові задачі» учні вчаться обирати та робити, відповідно до поставлених умов, правильну математичну модель. Так вивчаються теми текстових задач, задачі на відсотки та пропорції, які є широко розповсюдженими у житті.

У третій темі «Планіметрія та стереометрія» розглядаються геометричні фігури на площині та їхні властивості. Окрему увагу приділено композиціям фігур на площині, їхньому взаємному розміщенню. Також розглядаються геометричні фігури у просторі та їхні властивості; як і в планіметрії, розглядаються композиції фігур у просторі, їхнє взаємне розміщення. Слід підкреслити необхідність дослідження геометричних

величин та їхнього вимірювання.

Під час практичних занять розділу «Mathematics/Математика: Алгебра і геометрія» вивчається як застосувати дріб у житті та ознаки подільностей із метою полегшення обрахунку, доведення тотожності виразів, розв'язуються текстові задачі, особливе місце серед яких посідають «економічні задачі» на відсотки. Під час вивчення геометрії будуються фігури та обчислюються відстані між ними, вираховуються їхня довжина, площа. На прикладі моделей розглядаються можливі композиції двох фігур на площині. Учнями виготовлюються об'ємні фігури та обчислюються їхні характеристики.

Отже, при модернізації змісту освіти у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти основного рівня другого року з урахуванням 4-х змістових ліній «S» – «Science / Наука», «Т» – «Technology / Технології», «Е» – «Engineering / Фізика», «М» – «Mathematics / Математика» враховано STEM-підхід як педагогічну умову.

При цьому, у змісті навчання учнів у фізико-математичному гуртку закладів позашкільної освіти з урахуванням STEM-підходу як педагогічної умови важливим є вищий рівень.

Розкриємо навчально-тематичний план фізико-математичного гуртка вищого рівня першого року навчання у табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Навчально-тематичний план фізико-математичного гуртка
вищого рівня першого року навчання

Розділ, тема	Кількість годин		
	теоретичних	практичних	усього
Вищий рівень			
Вступ	3	-	3
Розділ 1. Science/Наука: Відомості про науковий проект	18	18	36

1.1. Поняття про науковий проект	6	-	6
1.2. Тема наукового проекту	3	3	6
1.3. Мета і завдання наукового проекту	3	3	6
1.4. План роботи над науковим проектом	3	3	6
1.5. Реалізація наукового проекту	3	9	12
Розділ 2. Technology/Технології: Проект з фізики	3	57	60
2.1. Підготовка і реалізація проекту з фізики	3	54	57
2.2. Презентація проекту з фізики	-	3	3
Розділ 3. Engineering/Фізика: Проект з технології	3	57	60
3.1. Підготовка і реалізація проекту з технології	3	54	57
3.2. Презентація проекту з технології	-	3	3
Розділ 4. Mathematics/Математика: Проект з математики	3	57	60
4.1. Підготовка і реалізація проекту з математики	3	54	57
4.2. Презентація проекту з математики	-	3	3
Підсумок	3	-	3
Разом:	31	185	216

На вищому рівні навчання основна увага приділялась розробці наукового проекту та презентації його результатів, що потребувало використання здобутих у попередні роки знань, умінь, навичок.

Так, на вступному занятті учні ознайомлюються з планом роботи гуртка та роботами попередніх років. Обов'язково проводиться інструктаж із техніки безпеки.

Зміст розділів на вищому рівні навчання розподілявся згідно з

чотирма змістовими лініями, а саме:

- Science/Наука: Відомості про науковий проект;
- Technology/Технології: Проект з фізики;
- Engineering/Фізика: Проект з технології;
- Mathematics/Математика: Проект з математики.

У гуртку на першому році вищого рівня під час вивчення розділу «Science/Наука: Науковий проект» виділяються шість тем, а саме: «Поняття про науковий проект», «Тема наукового проекту» та «Мета і завдання наукового проекту», «План роботи над науковим проектом», «Реалізація наукового проекту», «Презентація результатів наукового проекту».

Слід відзначити, що під час навчання у фізико-математичному гуртку на першому році вищого рівня, вивчаючи розділ «Technology/Технології: Проект», виділяємо дві теми, а саме: «Підготовка і реалізація проекту з технології», «Презентація проекту з технології».

Під час опанування теоретичної частини першої теми «Підготовка і реалізація проекту з технології» учні досліджують особливості проектів з технологій. При переході до практичної частини учні обирають тему проекту з технології, аналізують літературу та проводять збір інформації за темою обраного проекту. Учні реалізують проект з технології за допомогою підручних, наявних або додаткових матеріалів, приладів та засобів, а опісля підводять підсумки своєї діяльності над проектом з технологій.

До другої теми «Презентація проекту з технології» відноситься лише практична частина, а саме підготовка і презентація своїх результатів дослідження з технологій на підсумковому занятті.

Можливий перелік таких тем з технологій: виготовлення світильника, новорічної ялинки, домашнього парового двигуна та ін.

Під час навчання в фізико-математичному гуртку на першому році вищого рівня, у процесі вивчення розділу «Engineering/Фізика: Проект», виділяються дві теми, а саме: «Підготовка і реалізація проекту з технології», «Презентація проекту з фізики».

Слід відзначити, що під час теоретичної частини першої теми «Підготовка і реалізація проекту з фізики» учні досліджують особливості проектів з фізики. При переході до практичної частини учні обирають тему проекту з фізики, аналізують літературу та проводять збір інформації за темою проекту з фізики. Далі учні реалізують проект за допомогою підручних, наявних або додаткових матеріалів, приладів та засобів. Після виконання проекту з фізики підводять підсумки своєї роботи над проектом.

До другої теми «Презентація проекту з фізики» відноситься лише практична частина, а саме підготовка і презентація результатів свого дослідження з фізики на підсумковому занятті.

Можливий перелік тем з фізики: оптичні властивості призми, досліди з розрахунку тертя, визначення границі міцності нитки, дошки тощо, досліди, що підтверджують чи спростовують закон Кулона, та ін.

Під час навчання у фізико-математичному гуртку на першому році вищого рівня, вивчаючи розділ «Mathematics/Математика: Проект», виділяються дві теми, а саме: «Підготовка і реалізація проекту з математики», «Презентація проекту з математики».

Водночас, під час теоретичної частини першої теми «Підготовка і реалізація проекту з математики» учні досліджують особливості проектів з математики. При переході до практичної частини учні обирають тему проекту з математики, аналізують літературу та проводять збір інформації за темою проекту. Далі учні реалізують проект за допомогою підручних, наявних або додаткових матеріалів, приладів та засобів. Після виконання проекту з математики підводять підсумки своєї роботи над ним.

До другої теми «Презентація проекту з математики» відноситься лише практична частина, а саме підготовка і презентація результатів свого дослідження з математики на підсумковому занятті.

Можливий перелік тем з математики: неорієнтовні поверхні, опис руху за допомогою математичних функцій, софізми та парадокси, розрахунок числа «Пі» та ін.

Узагальнений зміст навчання учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу як педагогічну умову представимо на рис. 2.1.

Змістові лінії	Рівень, рік навчання		
	Основний рівень I рік навчання	Основний рівень II рік навчання	Вищий рівень I рік навчання
Розділ 1. Science / Наука	Загальні питання науки	Наукові дослідження	Відомості про науковий проект
Розділ 2. Technology / Технології	Основи техніки і технологій	Інформаційно-комунікаційні технології	Проект з фізики
Розділ 3. Engineering / Фізика	Фізика – наука про природу	Загальна фізика	Проект з технологій
Розділ 4. Mathematics / Математика	Основи математики	Алгебра і геометрія	Проект з математика

Рис. 2.1. Зміст навчання учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу

Розробка змісту навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу як педагогічна умова вимагала визначення оптимальних форм освітнього процесу та вдосконалення методів і засобів навчання як шляхів досягнення необхідних результатів.

Третьою педагогічною умовою ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є забезпечення різноманітних форм організації освітнього процесу.

Так, для забезпечення умов індивідуалізації та диференціації навчання відповідно до віку, психофізичних особливостей, здібностей та персональних схильностей учнів, разом з груповими та колективними формами проведення занять було застосовано індивідуальну роботу, зорієнтовану на особисті можливості та потреби учнів.

Заняття в групах індивідуального навчання, які проводяться за поданою навчальною програмою, організовувалися відповідно до Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах [96].

Забезпечення різноманітних форм організації освітнього процесу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу – це обов'язкова умова функціонування фізико-математичного гуртка. Адже відвідування гуртка добровільне, і виконання цієї умови є запорукою того, що керівник зможе зацікавити учнів навчанням у гуртку.

Зміна видів діяльності учнів під час заняття запобігає накопичуванню втоми, подовжує час ефективного сприйняття інформації та активного залучення до навчального процесу. У ході навчання ми використовували теоретичні і практичні заняття. Під час проведення кожного окремого заняття, крім вступного і підведення підсумків, ми застосовували чергування теоретичної і практичної частин.

Під час теоретичної частини використовувались лекційні заняття, на яких демонструвались слайди, наочні атрибути, моделі, робилися мультимедійні презентації тощо. Залежно від матеріалу, лекції мали тематичний чи оглядовий вид. Впроваджуючи STEM-підхід, загальний час застосування лекційного матеріалу, як правило, обмежували не більше 1/3 від загального часу заняття.

Важливу частину теоретичних занять займали бесіди, дискусії. Під час їхнього проведення учні сперечались, наводили цікаві факти зі свого особистого досвіду, дискутували, доводили правильність того чи іншого

судження.

Практичні заняття займали більшу частину навчального часу. Використовуючи інтеграційні засади STEM-підходу, всі практичні заняття ми умовно поділили на дві частини – з «інтелектуальним» та «фізичним» навантаженням. Під час практичних занять з «інтелектуальним» навантаженням учні розв'язували задачі з фізики, математики, геометрії, проводили лабораторні роботи, займалися спостереженнями. Час проведення такого практичного заняття не перевищував тривалість одного заняття на день.

Під час практичних занять із фізичним навантаженням учні власноруч виготовляли геометричні фігури, моделі технічних об'єктів, частини дослідницького обладнання. Час виконання однієї роботи міг займати декілька занять поспіль.

Окремо стоять завдання з обробки і презентації результатів дослідницьких робіт. Під час виконання таких завдань часто протягом одного заняття форма його проведення змінювалась декілька разів відповідно до питань, які виникали по ходу обговорення та вирішення проблем, пов'язаних із його виконанням. Крім того, частина таких завдань вирішувалась за межами класу у вигляді самостійної роботи учня.

Позитивний вплив на навчальну взаємодію гуртківців мали колективні завдання, зокрема під час проектної діяльності. При виконанні таких завдань учні вчилися співпрацювати, розподіляти обов'язки, відповідальність, адже досягнення мети залежало від дій кожного члена колективу.

Важливим, на наш погляд, і, як показала практика вдалим рішенням було надання навчального матеріалу у вигляді окремих модулів. Це стало можливим завдяки вузько спрямованим темам розробленої нами навчальної програми. Таке рішення дало можливість індивідуального підходу до учнів, які засвоювали матеріал з іншою швидкістю, ніж більшість, та включатись до роботи гуртка учням, які з тих чи інших причин мали пропуски.

Наступною, четвертою педагогічною умовою ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти визначено застосування варіативних методів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу, успішне поєднання як традиційних методів навчання та виховання, так і інноваційних.

При здійсненні освітнього процесу використовуються різноманітні методи. Серед них розвивальне навчання та виховання, елементи інноваційних технологій (формування творчої особистості, колективне творче виховання та ін.).

Слід відзначити, що робота гуртка супроводжується використанням різноманітних методів. Так, варто виділити пояснювально-ілюстративні, репродуктивні та творчі. Зокрема, розповідь, пояснення, демонстрація, досліді, метод розвивального навчання, метод проектів, проблемне викладення матеріалу тощо.

Серед педагогічних умов важливе місце посідає використання сучасних засобів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

З метою підвищення ефективності навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу нами була розроблена інформаційна система навчання.

Встановлено, що в умовах використання STEM як ефективної педагогічної умови основною метою застосування інформаційної системи під час навчання в фізико-математичних гуртках є досягнення високої якості освіти, яке полягає в забезпеченні учнів навчальною інформацією з науки, технологій, фізики та математики.

Серед основних завдань застосування інформаційної системи є:

- засвоєння учнями сукупності теоретичних знань з науки, технологій, фізики та математики;
- використання інформаційної системи для формування умінь і навичок навчання з науки, технологій, фізики та математики;

– застосування інформаційної системи для розвитку творчого підходу при розробленні та виконанні завдань з науки, технологій, фізики та математики;

– застосування інформаційної системи для вдосконалення культури праці та розвитку особистісних якостей учнів у навчанні з науки, технологій, фізики й математики.

Основний зміст навчання в фізико-математичному гуртку при використанні інформаційної системи передбачав:

1. Засвоєння понять і набуття знань з науки, технологій, фізики та математики, використовуючи інформаційну систему.

2. Формування вмінь та навичок з науки, технологій, фізики та математики, використовуючи інформаційну систему.

3. Набуття досвіду творчої праці під час розв'язування завдань з науки, технологій, фізики та математики, розвиток здібностей особистості, сприяння самореалізації і самовизначенню, використовуючи інформаційну систему.

4. Розвиток культури, морально-трудових якостей, шанобливого ставлення до праці.

У змісті такої системи навчання особливого значення набувають навчальна діяльність педагога та учнів; організація навчання, виховання, розвитку і соціалізації учнів.

Визначення змісту застосування інформаційної системи у навчанні науки, технологій, фізики та математики вимагало розроблення форм, методів і засобів навчання як шляхів досягнення очікуваних результатів.

З'ясовано, що форми використання інформаційної системи у навчанні науки, технологій, фізики та математики можуть бути різноманітні. У нашому дослідженні основними форми застосування інформаційної системи є: комп'ютерне моделювання; проведення віртуальних лабораторних робіт; використання гіпертекстових навчальних посібників; тестування тощо.

У процесі дослідження з'ясовано, що в ході застосування

інформаційної системи в навчанні науки, технологій, фізики та математики важливого значення набувають методи, які визначають її ефективність. Нами визначено такі методи використання інформаційної системи в навчанні науки, технологій, фізики та математики: наочні, словесні, практичні, а також активні та інтерактивні.

Серед засобів використання інформаційної системи в навчанні науки, технологій, фізики та математики та технологій ми виділяли друковані та аудіовізуальні засоби. Перспективним є застосування інформаційно-комунікаційних технологій.

У поєднанні з використанням сучасних інформаційно-комунікаційних технологій визначені під час нашого дослідження педагогічні умови дали можливість підвищити якість викладання фізики та математики; це засвідчили наукові роботи учнів та результати нашого наукового експерименту.

Вивчення поданих тем здійснювалось із використанням наочних матеріалів, нових технологій, демонстрації. Так, на рис 2.2 представлено презентацію з теми «Дійсні числа та дії над ними».



Рис. 2.2. Презентація з теми «Дійсні числа та дії над ними»

Зокрема, на рис. 2.3 подано текст презентації з акцентом на таких питаннях, як: числові множини, множина натуральних чисел, множина раціональних чисел, множина дійсних чисел тощо.

ЧИСЛОВІ МНОЖИНИ

Позначення	Назва числової множини
N	Множина натуральних чисел
Z	Множина цілих чисел
$Q=m/n$	Множина раціональних чисел: ($m \in Z, n \in N$)
$I=R \setminus Q$	Множина ірраціональних чисел
R	Множина дійсних чисел

МНОЖИНА НАТУРАЛЬНИХ ЧИСЕЛ

- Натуральні числа - це числа, що використовуються при лічбі
- $N = \{1, 2, \dots, n, \dots\}$.
- Множина натуральних чисел замкнута відносно операцій додавання та множення, тобто в результаті додавання та множення натуральних чисел ви отримаєте інше натуральне число.

$$\forall n, m \in N \rightarrow \begin{cases} n + m \in N \\ n \cdot m \in N \end{cases}$$

У результаті яких операцій з натуральними числами можна не отримати натуральне число?

ЯК ОТРИМАТИ МНОЖИНУ ЦІЛИХ ЧИСЕЛ З МНОЖИНИ НАТУРАЛЬНИХ?

Введемо такі нові числа:

- 1) число 0 (нуль),
- 2) число $(-n)$, протилежне натуральному n .

При цьому: $n + (-n) = (-n) + n = 0$,
 $-(-n) = n$.

Тоді множину цілих чисел можна записати так:
 $Z = \{\dots, -n, \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, n, \dots\}$.

Відносно яких операцій замкнена множина цілих чисел?

З множини цілих чисел можна виділити дві підмножини:

- 1) множина парних чисел $\{2 \cdot k | k \in Z\}$
- 2) множина непарних чисел $\{2 \cdot k + 1 | k \in Z\}$

МНОЖИНА РАЦІОНАЛЬНИХ ЧИСЕЛ

- Множину раціональних чисел можна подати у вигляді:

$$Q = \left\{ \frac{m}{n}; \text{де } m \in Z, n \in N \right\}$$

- Частковий випадок: $\frac{m}{1} = m \in Z$. Тобто $Z \subset Q$. Множина цілих чисел є підмножиною раціональних чисел
- Множина раціональних чисел замкнена відносно додавання, віднімання, множення і ділення (крім випадку ділення на 0).

$$\forall p, q \in Q \rightarrow \begin{cases} p + q \in Q \\ p \cdot q \in Q \\ p - q \in Q \\ \frac{p}{q} \in Q \end{cases}$$

ЗАДАЧІ, ЩО ПРИВОДЯТЬ ДО ІРРАЦІОНАЛЬНИХ ЧИСЕЛ

Але в множині раціональних чисел не можна виміряти гіпотенузу прямокутного трикутника з катетами $a = 1, b = 1$

За теоремою Піфагора гіпотенуза буде дорівнювати $c = \sqrt{a^2 + b^2} = \sqrt{2}$. Але число $\sqrt{2}$ не є раціональним, так як $\sqrt{2} \neq \frac{m}{n}, \forall m \in N, \forall n \in Z$

Не можна розв'язати рівняння $x^2 - 2 = 0$

Не можна виміряти довжину кола

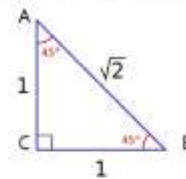
Будь-яке раціональне число можна представити у вигляді скінченного десяткового або нескінченної періодичного десяткового дробу на відміну від ірраціонального

Приклади деяких ірраціональних чисел:

$$\sqrt{2} = 1,41421356237\dots$$

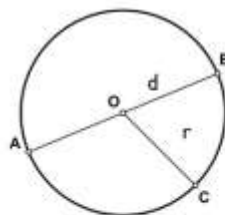
$$\sqrt{10} = 3,16227766017\dots$$

$$\pi = 3,141592535897932384\dots$$



ЧИСЛО «ПІ» — π

Відношення довжини кола до діаметру є постійною величиною та дорівнює числу π



$$\pi = \frac{C}{d} \rightarrow C = \pi d = 2\pi r$$

π – число пі (константа)

r – радіус кола

d – діаметр кола

C – окружність кола



Рис. 2.3. Текст презентації з теми «Дійсні числа та дії над ними»

Слід відзначити, що перевірка та оцінювання знань і умінь вихованців здійснюється під час виконання ними практичних завдань, а також у формі проведення вікторин, змагань і підсумкового тестування, захисту проєктів, участі в олімпіадах.

Окрема увага, як п'ятій педагогічній умові ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, приділялася використанню сучасних засобів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу.

Розвиток STEM у світі, і зокрема в Україні, його підтримка в багатьох

країнах на державному рівні дали поштовх для розробки і подальшого розміщення на відкритих інформаційних ресурсах навчальних інтерактивних посібників, навчальних матеріалів. Серед них, у першу чергу, заслуговують на увагу технічні засоби навчання, а саме презентації, відео, віртуальні лабораторії, практичні роботи та ін., роздатковий матеріал, наочні посібники, навчальні фільми тощо.

У поєднанні з сучасним розвитком мережевого обладнання та комп'ютерної техніки стало можливим ставити експерименти та проводити дослідження в віртуальних лабораторіях, розширюючи можливості надання учням навчаючої інформації в яскравому, захоплюючому вигляді.

Розроблені і представлені нами педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, що базувалися на використанні STEM-підходу з припущенням щодо позитивного впливу на рівень освітніх досягнень учнів, вимагали експериментальної перевірки. Опис її організації та отримані результати подано в наступному розділі дисертації.

Висновки до розділу 2

У процесі удосконалення педагогічних умов навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти розкрито сутність STEM-підходу в системі освіти та визначено педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.

Встановлено, що в удосконаленні педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти важливе місце посідає розробка і впровадження сучасних підходів до організації освітнього процесу на всіх етапах його здійснення. Аналіз нормативно-правових документів, інформаційних джерел і практики діяльності закладів освіти, у тому числі позашкільної, свідчить, що у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти доцільним є застосування STEM-підходу.

Історико-теоретичний аналіз показує, що термін «STEM» виник у 90-х рр. XX століття як акронім (аббревіатура) початкових літер слів твірного словосполучення, де «S» – science, «T» – technology, «E» – engineering, «M» – mathematics. Середовищем його виникнення і джерелом подальшого поширення був Національний науковий фонд США (англ. National Science Foundation (NSF)), де термін використовувався для позначення підходу в освіті, який поєднував наукові дослідження, викладання математики, технологій та інженерії з метою включення даних дисциплін до навчального плану.

У ході дослідження з'ясовано, що на сьогодні в науково-освітній практиці STEM розглядається як «підхід», «навчання», «освіта», «проект», «напрямок», «методика», «технологія» тощо.

Встановлено, що у системі позашкільної освіти при формуванні освітнього процесу у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти доцільним є застосування STEM-підходу як концептуального підґрунтя, що за своїм цільовим призначенням, можливостями змістового

наповнення та інноваційними засобами реалізації є суголосним цілям і задачам функціонування таких гуртків.

Узагальнюючи теоретичні засади і практичну реалізацію STEM у позашкільній освіті, ми приймаємо положення, що STEM-підхід у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це підхід, який базується на включенні науки, технології, фізики та математики до освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

У процесі дослідження нами визначені педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, в основу яких покладено застосування STEM-підходу з включенням до освітнього процесу 4-х змістових ліній:

Змістова лінія I. «S» – «Science / Наука»

Змістова лінія II. «T» – «Technology / Технології»

Змістова лінія III. «E» – «Engineering / Фізика»

Змістова лінія IV. «M» – «Mathematics / Математика»

Серед педагогічних умов ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу нами визначено і теоретично обґрунтовано наступні:

– удосконалення мети, принципів та завдань освітнього процесу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу;

– модернізація змісту освіти у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з урахуванням 4-х змістових ліній «S» – «Science / Наука», «T» – «Technology / Технології», «E» – «Engineering / Фізика», «M» – «Mathematics / Математика»;

– забезпечення різноманітних форм організації освітнього процесу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу;

– застосування варіативних методів організації освітнього процесу на

основі STEM-підходу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти;

– використання сучасних засобів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Так, при удосконаленні мети, принципів та завдань, що виступає першою педагогічною умовою, ціллю освітнього процесу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу постає формування компетентностей особистості з фізики, математики, науки та технології.

Основними принципами ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу визначено наступні: міждисциплінарність, інтеграція, доступність, практичність, візуалізація.

Узагальнюючи завдання ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу та з урахуванням компетентнісного підходу, що лежить в основі цільових, процесуально-змістових та результативних характеристик сучасної позашкільної освіти, нами виділено розвиток у учнів таких компетентностей, як:

– пізнавальна (засвоєння початкових знань, елементарних уявлень і понять з фізики і математики, науки та технології, ознайомлення з найпростішими фізико-математичними та техніко-технологічними процесами та ін.);

– практична (формування вмінь та навичок застосування отриманих знань на практиці, розв'язання фізичних, математичних, наукових і технологічних завдань та ін.);

– творча (розвиток досвіду творчої діяльності з фізики, математики, науки та технології, здатності проявляти творчу ініціативу, формування стійкого інтересу до фізики і математики, науки та технології та ін.);

– соціальна (виховання культури особистості, позитивних якостей, формування емоційно-вольової сфери, набуття досвіду комунікації, виходження до соціуму та ін.).

Сутністю другої педагогічної умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є включення до змісту освіти на всіх рівнях як теоретичного матеріалу, так і практичних завдань з урахуванням 4-х змістових ліній «S» – «Science / Наука», «T» – «Technology / Технології», «E» – «Engineering / Фізика», «M» – «Mathematics / Математика».

Третьою педагогічною умовою ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу є забезпечення різноманітних форм організації освітнього процесу. Так, для диференціації та індивідуалізації навчання відповідно до вікових, психофізичних особливостей, творчих здібностей та стану здоров'я вихованців, учнів, слухачів, поряд з груповими та колективними формами проведення занять, нами застосовувалася індивідуальна робота, зорієнтована на їхні особисті можливості та потреби.

Наступною, четвертою педагогічною умовою ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти визначено застосування варіативних методів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу, успішне поєднання як традиційних методів навчання та виховання, так і інноваційних.

Отже, визначено такі, як: пояснювально-ілюстративні, репродуктивні та творчі.

Окрема увага, як п'ятій педагогічній умові ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, приділялася використанню сучасних засобів організації освітнього процесу на основі STEM-підходу, серед яких: технічні засоби навчання (презентації, відео, віртуальні лабораторні роботи та ін.), роздатковий матеріал, наочні посібники тощо.

Розроблені і представлені нами педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, що базувалися на використанні STEM-підходу з припущенням щодо позитивного впливу на рівень освітніх досягнень учнів, вимагали експериментальної перевірки.

Список використаних джерел

до розділу 2

1. *A Report from the Committee on STEM Education National Science and Technology Council. Federal science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education 5-year strategic plan*: [Електронний ресурс]. – Режим доступу // https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/microsites/ostp/stem_stratplan_2013.pdf
2. *A Unique STEM Approach* [Електронний ресурс]: Nebraska Department of Education's STEM. Режим доступу : <https://www.education.ne.gov/stem/>
3. Baryakhtar V. G., Bykovskiy Y. T. Nuclear power is one of the ways to solve the energy needs of humanity and the protection of the environment. *4th International Joint Conference on Environmental and Light Industry Technologies*. 20-21 November 2013, Budapest, Hungary Obuda University. Hungary: Obuda University, 2013. p. 72.
4. Baryakhtar V. G., Bykovskiy Y. T. Atomic project: history and modernity. *5th ICEEE-2014 International Conference «Global Environmental Changes and Population Health: Progress and Challenges»*. 19-21 November 2014, Budapest, Hungary Obuda University. Hungary: Obuda University, 2014. p. 83.
5. Baryakhtar V. G. , Bykovskiy Y. T., Baryakhtar I. V. *Nuclear project: past and present*: monograph. Tarnow: Wydawnictwo Tarnowskiej Szkoły Wyższej w Tarnowie, 2018. 132 p.
6. Breiner M. Jonathan, Johnson C. Carla, Harkness Sheats Shelly, Koehler M. Catherine. *What Is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships* [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://www.researchgate.net/publication/264295459_What_is_STEM_A_discussion_about_Conceptions_of_STEM_in_education_and_partnerships

7. Bybee W. R. *Advancing STEM education: A 2020 vision* : [Электронный ресурс]. Режим доступа // https://www.researchgate.net/publication/286200999_Advancing_STEM_education_A_2020_vision
8. Bybee W. R. The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities. National Science Teachers Association. *NSTA Press* (April 26, 2013). p. 120.
9. Bykovski Ya. T. *Nuclear Project: Past and Present*. V. G. Baryakhtar, Ya. T. Bykovski, I. V. Baryakhtar: Institute of Magnetism of the National Academy of Science of Ukraine and the Ministry of Education and Science of Ukraine. Kyiv : Akadempriodyka, 2018. 68 p.
10. Bykovskiy Y. T., Baryakhtar V. G. Modern Reactors: Future Reactors. *Óbuda University* : e-Bulletin. Volume 5 Issue Number 1. Budapest, Hungary, 2015. P. 71–77. http://uni-obuda.hu/e-bulletin/Grigorievich_Timurovich_6.pdf (ISSN 2062-2872).
11. Capraro R.M., Corlu M.S. (2013) Changing views on Assessment for STEM Project-Based Learning. In: Capraro R.M., Capraro M.M., Morgan J.R. (eds) *STEM Project-Based Learning*. SensePublishers, Rotterdam-Режим доступа: http://repository.bilkent.edu.tr/bitstream/handle/11693/38381/Capraro-Corlu2013_Chapter_ChangingViewsOnAssessmentForST.pdf?sequence=1&isAllowed=y
12. Chien Lo Khai Priscilla, Lajium Andrew D. Denis. *The effectiveness of science, technology, engineering and mathematics (STEM) learning approach among secondary school*: [электронный ресурс]. Режим доступа // https://www.researchgate.net/publication/310651088_The_effectiveness_of_science_technology_engineering_and_mathematics_STEM_learning_approach_among_secondary_school_students
13. *Committee on STEM education of the national science & technology*

- Council. Charting a course for success: America's strategy for STEM education*: [Электронный ресурс]. Режим доступа // <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/12/STEM-Education-Strategic-Plan-2018.pdf>
14. Gonzalez B. H., Kuenzi J. J. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Education: A Primer*. Congressional Research Service: [Электронный ресурс]. Режим доступа // <http://www.stemedcoalition.org/wp-content/uploads/2010/05/STEM-Education-Primer.pdf>
15. Kennedy T. J., Odell M. R.L. Engaging Students In STEM Education. *Science Education International*. 2014. Vol.25, Issue 3. P. 246–258: [Электронный ресурс]. Режим доступа // <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1044508.pdf>
16. Kushniruk S. A. *Formation of readiness for research activity of students in the process of general-pedagogical preparation. Science and practice: Collection of scientific articles*. Thorpe Bowker. Melbourne, Australia, 2016. P. 262–267 [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://elibrary.ru/item.asp?id=28413122>
17. Kushniruk S. A. Classification of Principles of Education and Teaching Learning Process in Ukrainian Didactics in XXth – the beginning of the XXIst Century: *Attempt of Retro Analysis. Intellectual Archive*. Toronto : Shiny Word.Corp. (Canada). January/February. Vol. 7. No. 1. 2018. P. 97–107.
18. Maryland State department of Education. *Maryland STEM: Innovation today to meet tomorrow's global challenges. Maryland State STEM Standards of Practice (Draft). Accepted by the Maryland State Board of Education*. April 2012. [Электронный ресурс]: http://mdk12.msde.maryland.gov/instruction/academies/MarylandStateSTEMStandardsofPractice_.pdf
19. Reeve E. M. Implementing science, technology, engineering, mathematics

- in ASEAN. *11th International Conference on Developing Real-Life Learning Experiences: Learning Innovation for ASEAN*, Bangkok, 2013, P. 1–11.
20. *STEM learning*: [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://www.stem.org.uk/about-us/our-vision>
 21. *STEM.org educational research & credentialing* [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://stem.org/>
 22. Stohlmann M., Moore T. J., Roehrig G. H. Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*: Vol. 2: Iss. 1, Article 4. Режим доступу : <https://docs.lib.purdue.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1054&context=jpeer>
 23. *U.S. Department of Education. Science, Technology, Engineering, and Math, including Computer Science*: [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://www.ed.gov/stem>
 24. *What is STEM Education?* [Електронний ресурс]: LiveScience. Режим доступу : <https://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>
 25. *What is STEM?* [Електронний ресурс]: Tasmanian Government. Режим доступу : <https://stem.education.tas.gov.au/whatisstem/>
 26. Wicklein R.C. (2006). Five good reasons for engineering as the focus for technology education. *The Technology Teacher*, 65(7). P. 25–29. Режим доступу: <https://pdfs.semanticscholar.org/40da/3f7425ec853a1c9f73356e22513bff1190f3.pdf>
 27. Williams J. STEM Education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal* 16.1: [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://ojs.lboro.ac.uk/DATE/article/view/1590/1514>
 28. Андрущенко В. П. Аксіологічна платформа підготовки сучасного

- вчителя. *Вісник Інституту розвитку дитини. Серія: Філософія, педагогіка, психологія: збірник наукових праць*. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2014. Вип. 36. С. 5–8.
29. Андрущенко В. П. *Роздуми про освіту: статті, нариси, інтерв'ю*. Київ : Знання України, 2008. 819 с.
 30. Бабанский Ю. К., Поташник М. М. *Оптимизация педагогического процесса : в вопросах и ответах*. Київ : Рад. шк., 1983. 287 с.
 31. Бар'яхтар В. Г., Биковський Я. Т. *Атомний проект: історія та сучасність* : монографія. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2016. 134 с.
 32. Бех И. Д. *Психологические основы нравственного развития личности* : дисс. ... доктора психол.наук : 19.00.07. Київ, 1992. 320 с.
 33. Бех І. Д. *Виховання особистості . Кн.1 : Особистісно орієнтований підхід : теоретико-технолог. засади*. Київ : Либідь, 2003. 278 с.
 34. Бех І. Д. *Виховання особистості . Кн.2 : Особистісно орієнтований підхід : наук.-практ. засади*. Київ : Либідь, 2003. 342 с.
 35. Биковська О. В. Виховна діяльність в позашкільних навчальних закладах. *Наук. записки НПУ ім. М. П. Драгоманова* : зб. наук. ст. Київ : НПУ, 2003. Вип. ЛП (52). С. 17–22. (Серія «Пед. науки»).
 36. Биковська О. В. *Позашкільна освіта: теоретико-методичні основи* : моногр. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2008. 336 с.
 37. Биковський Я. Т. V Всеукраїнська виставка «Талановиті! Наполегливі! Успішні!». *Освіта і суспільство*. 2019. №3. С. 2.
 38. Биковський Я. Т. До питання навчання учнів у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 36 : збірник наукових праць / за наук. ред. О. В. Биковської, Л. Л. Макаренко*. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. С. 298–301.
 39. Биковський Я. Т. До питання теоретичних положень STEM в освіті.

- Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова* : зб. наук. ст. Київ: НПУ, 2019. Вип. СХХХХІІІ (143). С. 29–35. (Серія «Педагогічні та історичні науки»).
40. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізики. *Наукові записки: Збірник наукових статей Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова* / Укл. Л. Л. Макаренко. Київ: НПУ, 2012. Вип. СІ (101). С. 17–25.
41. Биковський Я. Т. Інформаційна система у навчанні фізиці. *Мала академія наук України, 2011: Тези наукових робіт. Мала академія наук України; упоряд.: Лісовий О. В. та ін.* Київ : МАН, 2012. С. 78.
42. Биковський Я. Т. Підвищення ефективності навчання при застосуванні інформаційної системи. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія № 5. Педагогічні науки: реалії та перспективи. Випуск 37 : збірник наукових праць / за наук. ред. О. В. Биковської, Л. Л. Макаренко.* Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2012. С. 10–13.
43. Биковський Я. Т. Позашкільна освіта починається в дитинстві і ніколи не закінчується. *Освіта і суспільство.* 2018. №7. С. 5.
44. Биковський Я. Т. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики: 2008–2018 рр. *Наукові записки НПУ ім. М. П. Драгоманова* : зб. наук. ст. Київ: НПУ, 2019. Вип. СХLІІ (142). С. 32–43. (Серія «Педагогічні науки»).
45. Биковський Я. Т. Презентація Стратегії розвитку позашкільної освіти. *Рідна школа.* 2018. №5-8(1059). С. 76.
46. Биковський Я. Т. *Стратегія розвитку позашкільної освіти.* За ред. проф. О. В. Биковської. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2018. 96 С.
47. Биковський Я. Т. Студенти-Драгоманівці пізнають секрети майбутньої професії педагога-позашкільника. *Рідна школа.* 2017. №5-6(1049-1050). С. 77.

48. Биковський Я. Т. Усім миром – за розвиток позашкільної освіти. *Освіта і суспільство*. 2018. №3. С. 5.
49. Биковський Я. Т. *Фізико-математичний гурток : навч. прогр.* / Київ : НПУ, 2015. 24 С. (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України, лист МОН України від 11.11.2014 р. № 1/11-17866).
50. *Біла книга національної освіти України. За ред. В. Г. Кременя*. Київ: Академія педагогічних наук України, 2009. 376 с.
51. *Болонський процес у фактах і документах (Сорбонна – Болонья – Саламанка – Прага – Берлін)* [Степко М. Ф., Болюбаш Я. Я., Шинкарук В. Д., Грубінко В. В., Бабин І. І.] Тернопіль: Вид-во ТДПУ імені В. Гнатюка, 2003. 56 с.
52. Брескіна Л., Шувалова О., Майко Р. Міжпредметні зв'язки математики та інформатики як реалізація STEM-освіти. *STEM-освіта - проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 11–13.
53. Буряк О. Розвиток професійних навичок педагогів для роботи за основними напрямками STEM-навчання. *STEM-освіта - проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький: ЛА НАУ, 2018. С. 17–19.
54. Быковский Я. Т. Physico-mathematical workshops in after-school education: main approaches. *Развитие социального партнерства в интересах детей: Коллективная монография по материалам Международной научно-практической конференции*. Астана: Изд-во АСТ Полиграф, 2018. С. 106–110.
55. Выготский Л. С. *Педагогическая психология*. Москва: Педагогика, 1991. 480 с.
56. Гончарова Н. Віртуальна реальність в STEM-освіті. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін.,*

- м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р. Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 19–21.
57. Гуменний О. Використання SMART-комплексів у STEM-освіті. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 21–23.
58. Дембіцька С. Вдосконалення організації самостійної роботи студентів машинобудівних спеціальностей за вимогами STEM-освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 23–27.
59. *Державна наукова установа «Інститут модернізації змісту освіти»* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://imzo.gov.ua/stem-osvita>
60. Єгорова О. І. *Розвиток позашкільної освіти у сполучених штатах Америки*: дис. канд. пед. наук : 13.00.01. Київ, 2016. 198 с.
61. *Єдність раціонального та емоційно-почуттєвого в освітньо-виховних системах* : наук.-метод. зб. / І. А. Зязюн (голов. ред.). Харків, 1996. 380 с.
62. Зазимко О. В. *Психологічні основи ідентифікації технічної обдарованості в юнацькому віці* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. психол. наук : спец. 19.00.07 «Педагогічна та вікова психологія» Київ, 2003. С. 23.
63. *Закон України «Про освіту»* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
64. *Закон України «Про позашкільну освіту»*: [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14>
65. Золотарева А. В. *Дополнительное образование детей : Теория и методика социально-педагогической деятельности.* Ярославль :

- Акад. розвитку, 2004. 304 с.
66. *Интеграция общего и дополнительного образования : практ. пособие* [Золотарева А. В., Паладьев С. Л. ; под ред. Е. Б. Евладовой]. Москва : АРКТИ, 2006. 296 с.
67. Кизенко В. І. Педагогічні функції і зміст факультативного навчання в основній школі. *Педагогіка і психологія*, 2, 1997. С. 24–32.
68. Клименюк О. В. *Методологія та методи наукового дослідження : навч. посібник*. Київ : Міленіум, 2005. 186 с.
69. Коваль М. Б. *Внешкольные учреждения в системе общественного воспитания*. Оренбург, 1986.
70. Коваль М. Б. *Становление и развитие системы воспитательной деятельности внешкольных объединений* : дисс. ... доктора пед. наук : 13.00.01. Москва, 1991. 332 с.
71. Коломінський Н. Л. *Психологія менеджменту в освіті (соціально-психологічний аспект)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора психол. наук : спец. 19.00.05 «Соціальна психологія» Київ, 2001. 37 с.
72. Комарова Т. С. *Методика обучения изобразительной деятельности и конструированию*. Москва: Просвещение, 1985. 270 с.
73. *Компетентнісний підхід у сучасній освіті : світовий досвід та українські перспективи*. [Н. М. Бібік, Л. С. Ващенко, О. І. Локшина, О. В. Овчарук та ін. ; за заг. ред. О. В. Овчарук]. Київ: «К.І.С.», 2004. 112 с.
74. Корець М. С. *Теорія і практика технічної підготовки вчителів трудового навчання* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора пед. наук : спец. 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти» Київ, 2006. 38 с.
75. Коротяев Б. І. , Коротяева М. Б., Сарієнко В. К. Проблемы побудови навчального матеріалу і навчання. *Радянська школа*. 9. 1974. С. 25–32.

76. Кочубей Т. Д. *Розвиток української педагогічної думки другої половини XVII-XVIII століття крізь призму вітчизняних досліджень*: дис. докт. пед. наук. Уманський держ. пед. ун-т імені Павла Тичини, Київ, 2013.
77. Кремень В. Г. *Національна доктрина розвитку освіти. Освіта і наука України: шляхи модернізації: (Факти, роздуми, перспективи)*. Київ: Грамота, 2003. С. 178–201.
78. Кремень В. Г., Ткаченко В. М. *Україна : шлях до себе. Проблеми суспільної трансформації*. Київ, 1998.
79. Кривошапова Н. Г. *Организация образовательного процесса в негосударственном учреждении дополнительного образования* : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Магнітогорск, 2002. 170 с.
80. Кротов В. М. *Совершенствование политехнической подготовки учащихся при изучении физики в средней школе. (На материале раздела «Электродинамика»)*: дисс. канд. пед. наук. Могилев. 1987.
81. Кузнєцова Л. В. *Загальноосвітня школа України. Кінець 80-х початок 90-х років (історико-політичний аспект)*: автореф. дис. канд. іст. наук. Київ. 1993.
82. Кузьменко В. В. Роль комплексної системи навчання у формуванні цілісної картини світу школярів. *Наукові записки Вінницького державного педагогічного університету ім. М. Коцюбинського*. Серія: Педагогіка і психологія, 13, 2005. С. 114–119.
83. Кузьменко О., Неділько С., Шульгін В. Використання цифрових лабораторій у навчанні фізики в контексті STEM-освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 35–39.
84. Кушнір В. А. *Теоретико-методологічні основи системного аналізу педагогічного процесу вищої школи* : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04. Київ, 2001. С. 491.

85. Ліщинська Х., Сеник А., Сокіл М. Застосування віртуальних навчальних технологій в процесі організації STEM-навчання. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 41–43.
86. Лозова В. І., Троцько Г. В. *Теоретичні основи виховання і навчання.* (2-е вид., випр. і доп.). Харків: ОВС. 2002
87. Луговий В. І. *Тенденції розвитку педагогічної освіти в Україні (теоретико-методологічний аспект)* : дис. ...доктора пед. наук : 13.00.01. Київ, 1995. 429 с.
88. Мадзигон В. Н. *Продуктивная педагогика. Политехнические основы соединения обучения с производительным трудом* : моногр. Київ : Вересень, 2004. 324 с.
89. Макаренко А. С. *Твори.* Київ : Вища школа, 1954. Т. 4. 385 с.
90. Малафеєв І. В. *Повышение эффективности физического эксперимента по механике в восьмом классе (системный подход).* Дисс. канд. пед. наук. Киев. 2005.
91. Мартова С. Г., Мацулевич В. П. *Модернізація програмно-технологічного забезпечення освітнього процесу.* Київ : РВЦ КПДЮ, 2005. 36 с.
92. Мартова С. Г., Мацулевич В. П. *Проектуємо майбутнє вихованців. Шкільний світ.* 2004. № 44. С. 5–6.
93. Мащенко О. М. *Формування системи знань про природу (під час вивчення інтегрованих курсів з природознавства у 5-6 класах).* Дис. канд. пед. наук. Київ. 2000
94. Мельникова І. М. *Історико-педагогічні засади управління соціальним розвитком дітей та молоді в позашкільній роботі. Теоретико-методичні основи виховання творчої особистості в умовах позашкільних навчальних закладів* : зб. матеріалів наук.-практ. конф., (Київ, 30–31 берез. 2006 р.). Ч. 2. М-во освіти і науки України, Акад.

- пед. наук України, Ін-т проблем виховання, Укр. держ. центр позашкільної освіти. Київ : Грамота, 2006. С. 17–24.
95. *Методичні рекомендації щодо впровадження STEM-освіти у загальноосвітніх та позашкільних навчальних закладах України на 2017/2018 навчальний рік* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v1470777-17/print#n11>
96. Міністерство освіти і науки України. *Про затвердження Положення про порядок організації індивідуальної та групової роботи в позашкільних навчальних закладах* [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1036-04>
97. Наследов А. Д. *Математические методы психологического исследования. Анализ и интерпритация данных : учебн. пособие. 2-е изд.* Санкт-Петербург : Речь, 2006. 392 с.
98. Непоп І. Реалізація STEM-орієнтовного підходу навчання на уроках інформатики. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 45–47.
99. *Образование и наука в процессе реформ : социол. анализ / Ред.-сост.* Д. Л. Константиновский, Л. П. Веревкин. Москва : ЦСП, 2003. 432 с.
100. Огнев'юк В. О. *Освіта в системі цінностей сталого людського розвитку.* Київ : Знання України, 2003. 450 с.
101. Павлов И. П. : *pro et contra: Личность и творчество И. П. Павлова в оценке современников и историков науки (к 150-летию со дня рождения) : антология* [Д. К. Бурлака (отв. ред.), Ю. П. Ланге, К. А. Голиков (сост., биограф. очерк и примеч.)]. Санкт-Петербург : РХГИ, 1999. 800 с.
102. Пирогов Н. И. *Избранные педагогические сочинения.* Москва, 1985.
103. Поліхун Н., Сліпухіна І., Чернецький І. STEM орієнтоване навчання як педагогічна проблема. *Педагогічні інновації: ідеї, реалії, перспективи.* 2017. Вип. 2. С. 30–35. : [Електронний ресурс]. Режим

доступу : http://nbuv.gov.ua/UJRN/ped_in_2017_2_7

104. *Проблемы результативности педагогической деятельности*. [Отв. ред. Е. И. Казакова, Е. В. Титова, А. П. Тряпицина]. Санкт-Петербург, 2002. 56 с.
105. *Програми для творчих об'єднань позашкільних і загальноосвітніх навчальних закладів : Соціально-реабілітаційний напрям* [Г. Г. Ковганич, Д. В. Спіжева, Т. К. Окушко та ін.]. Суми : Антей, 2005. 240 с.
106. *Психологический словарь* / [сост. В. В. Давидов, А. В. Запорожец, В. Ф. Ломов]. Москва. : Педагогика, 1988. 448 с.
107. Редько Л. Л. *Управление качеством непрерывного уровневого педагогического образования в условиях формирования региональных образовательных систем* : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора пед. наук : спец. 13.00.08 «Теория и методика профессионального образования». Москва, 2001. 26 с.
108. Рубинштейн С. Л. *Основы общей психологии*. Санкт-Петербург. : Питер, 1999. 720 с.
109. Рудніцька Ю. Впровадження STEM-освіти під час навчання математики у школі. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 59–61.
110. Садовий М. Моделювання хмарних послуг як практичне втілення STEM-освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24–25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 71–73.
111. *Сборник программ для технических кружков внешкольных учреждений*. [Калита В. С., Липецкий А. П., Петропавловский П. А., Солкин С. Н., Чугунок С. Н.]. Киев : Рад. школа, 1989. 56 с.
112. Сіпій В. STEM освіта, як різновид політехнічної освіти у закладах загальної середньої освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи:*

- матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 73–75.
113. Скрипка Г. Практичні аспекти використання YouTube-каналів в процесі реалізації STEM-проектів в основній школі. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 75–77.
114. Стан та перспективи розвитку позашкільної освіти в Україні : Круглий стіл у Верховній Раді України. *Директор школи, ліцею, гімназії.* 2007. № 5. С. 9.
115. Степаненко О. STEM-освіта як один із шляхів формування науково-дослідницьких навичок на гурткових заняттях в Малій академії наук України. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 79–81.
116. Сущенко Т. И. *Воспитание познавательных интересов у подростков во внешкольной работе* : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Днепропетровск, 1968. 219 с.
117. Сущенко Т. І. *Педагогічний процес в позашкільних закладах* : дис. ... докт. пед. наук : 13.00.01. Київ, 1993. 347 с.
118. Темняткина О. В. *Формирование ключевых компетенций у школьников в образовательном процессе : на примере преподавания геометрии в 7–9 классах средней школы*) : автореф. дисс. ... канд. пед. наук : спец. 13.00.01. Екатеринбург, 2006. 22 с.
119. Федотова В. Г. *Дополнительное образование во внешкольных учреждениях* : дисс. ... канд. пед. наук : 13.00.01. Армавир, 2001. 178 с.
120. *Философский словарь.* Москва : Политиздат, 1986.
121. Фоменко В. Курс загальної фізики для нефізичних спеціальностей як підгрунтя STEM- освіти. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24–25*

- жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 83–85.
122. Чарнолуский В. И. *Настольная книга по внешкольному образованию*. Санкт-Петербург: Типография Б. М. Вольфа, 1913. 501 с.
 123. Чепурных Е. Е. *Организационно-педагогические основы социальной защиты детей в сфере образования* : дисс. ... доктора пед. наук : 13.00.01. 2001.
 124. Чернецький І., Сліпухіна І., Поліхун Н., Меняйлов С. Дидактика STEM: особливості технології навчання на основі методики відеоаналізу фізичних явищ. *STEM-освіта – проблеми та перспективи: матеріали III міжнар. наук.-практ. семін., м. Кропивницький, 24-25 жовт. 2018 р.* Кропивницький : ЛА НАУ, 2018. С. 88–90.
 125. Щеглов В. И. *Вопросы нормирования домашних заданий учащихся V–VI классов средней общеобразовательной школы*. Дисс. канд. пед. наук. Киев. 1973.
 126. Щетинская А. И. *Теория и практика развития творческого потенциала педагога в условиях мониторинга качества дополнительного образования детей* : автореф. дисс. на соискание учен. степени доктора пед. наук : спец. 13.00.01 «Общая педагогика». Казань, 1998. 39 с.
 127. Ягупов В. Дидактичні поняття: «навчальний процес» чи «процес навчання». *Рідна школа*. 2. 2000. С. 16–19.

РОЗДІЛ 3.

ОРГАНІЗАЦІЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Порівняльний аналіз стану освітніх результатів учнів з фізики і математики

Реформування освіти України є одним із першочергових державних завдань, що визначає розвиток і забезпечення якості освіти.

Питання якості освіти, в тому числі фізико-математичної, завжди було суттєвим для закладів загальної середньої й позашкільної освіти України. Так, відзначено, що «в Україні проблема забезпечення якості позашкільної освіти і загалом освіти залишається однією з актуальних як для державних органів, роботодавців, так і для широкої громадськості. Поза сумнівом, вона залишається центральною і в освітній реформі, що проводиться» [5].

Встановлено, що Закон України «Про освіту» (2017) нормативно характеризує якість освіти як «відповідність результатів навчання вимогам, встановленим законодавством, відповідним стандартом освіти та/або договором про надання освітніх послуг» [16]. При цьому якість освітньої діяльності визначається як «рівень організації, забезпечення та реалізації освітнього процесу, що забезпечує здобуття особами якісної освіти та відповідає вимогам, встановленим законодавством та/або договором про надання освітніх послуг» [16].

Отже, законодавчо встановлено, що якість освіти є категорія, яка має відповідати певним стандартам, вимогам.

Питання якості освіти знаходиться в центрі уваги вчених. Так, когорта українських і зарубіжних дослідників звертаються до питання якості освіти, у тому числі позашкільної, розглядаючи її в науковому та методичному ключі та висвітлюючи сутнісні засади якості освіти та освітньої діяльності. Серед них О. Биковська [5, 6], І. Булах [10, 11, 25], В. Вікторов [13, 14],

О. Кондур [45], Л. Логінова [22, 23], Т. Лукіна [24, 25], Г. Михайлишин [45], М. Поташнік [39, 40], І. Червінська [45] та ін.

Так, В. Вікторов відзначає, що «під якістю освіти на рівні того, хто навчається, будемо розуміти певний рівень засвоєння змісту освіти (знань, способів діяльності, досвіду творчої діяльності, емоційно-ціннісних відносин), фізичного, психічного, морального й громадянського розвитку, якого він досягає на різних етапах навчального процесу згідно з індивідуальними можливостями, прагненнями й метою виховання і навчання» [13].

І. Булах констатує: «Аналіз процесів, що відбуваються в системі освіти, вказує на наявність великої кількості факторів (включаючи і фактори, причини яких лежать за межами навчального закладу), що впливають на якість освіти. Найголовнішими з них є два. Першим фактором, що визначає якість навчання, є якість викладача, точніше, якість навчання, яку він забезпечує. Другим важливим фактором є якість навчального закладу» [11].

Т. Лукіна, І. Булах відзначають також, що «якість освіти як результат є якістю особистості, фіксованою через категорії «освічена особистість», «компетентна особистість» [25].

«Якщо ми говоримо про якість, що є об'єктом оцінки? – ставить назріле питання Л. Логінова. – Традиційно – це результати засвоєння учнями змісту певних освітніх програм, набуті ними знання, навички, або, як прийнято зараз говорити – компетентності» [23].

О. Биковська акцентує увагу на положенні, що «позашкільна освіта як складний об'єкт оцінювання має велику і різноманітну кількість взаємозв'язків, а значить – і властивостей. Вона одночасно перебуває у різноманітних зв'язках з іншими об'єктами, причому характер і кількість цих зв'язків постійно змінюються. Тому якість позашкільної освіти не можна розглядати як щось статичне. Вона постійно змінюється у взаємодії і під дією зовнішніх, зокрема політичних, соціальних і економічних чинників. Отже, позашкільна освіта як система характеризується значною кількістю

показників якості» [6].

М. Поташнік вказує, що «змістова структура інноваційного процесу передбачає народження, розробку і засвоєння нововведень у навчанні, виховній роботі, організації навчально-виховного процесу. Інноваційний процес у навчанні може припускати нововведення в методах, формах, прийомах, засобах (тобто в технології), в змісті освіти або її цілях, умовах тощо» [40].

Г. Михайлишин, О. Кондур та І. Червінська якість освіти пропонують розглядати з позиції професійної компетентності, а саме – «як певну сукупність властивостей та характеристик освітнього процесу, що надають йому здатність формувати такий рівень професійної компетентності, який задовольнить потреби громадян, підприємств і організацій, суспільства і держави в цілому» [45].

Цілком слушним є твердження Т. Лукіної й І. Булах, що «сьогодні в науковій літературі нема однозначності у визначенні поняття якості освіти. У загальному контексті вона розуміється як:

- відповідність стандарту та нормі;
- володіння характеристиками повної відповідності стандарту та рівням досягнення бажаних результатів;
- результат і якість освітнього процесу, якість і цінність засобів досягнення цілей, якість умов;
- фізичне та духовно-психологічне здоров'я, загальна культура, інтелект, ціннісні орієнтації та багато іншого;
- загальне знання про ефективність конкретної освітньої системи;
- сукупність важливих властивостей і характеристик результатів освіти, які здатні задовольнити її споживачів» [25].

Варто зауважити, що категорія «якість» також належить до філософських категорій як «внутрішня визначеність предмета, яка становить специфіку, що відрізняє його від інших» [12].

Також Великий тлумачний словник сучасної української мови встановлює, що якість – це «ступінь вартості, цінності, придатності чого-небудь для його використання за призначенням»; «та чи інша характерна ознака, властивість, риса кого-, чого-небудь», «сукупність характеристик продукції або послуг щодо її здатності задовольнити встановлені та передбачувані норми» [12].

Таким чином, якість у освітньому контексті також може розглядатися як вияв низки ознак, визначених із максимально можливою об'єктивністю.

Позиціонуючи якість освіти як «комплекс характеристик освітнього процесу, що визначають послідовне та практично ефективне формування компетентності та професійної свідомості» [44] і «певний рівень знань і вмінь, розумового, фізичного й морального розвитку, якого досягли випускники освітнього закладу відповідно до запланованих цілей навчання і виховання» [44], Міністерство освіти і науки України встановлює «формами оцінювання якості освіти в повній загальній середній освіті зовнішнє незалежне оцінювання (ЗНО), державну підсумкову атестацію (ДПА) та PISA (Програму міжнародного оцінювання учнів)» [44].

Узагальнюючи вищезазначене, слід відмітити, що у законодавчих і наукових джерелах у питанні якості освіти окрему увагу акцентують на оцінюванні результатів освіти.

У сучасних умовах оцінювання результатів освіти здійснюється на різних рівнях (міжнародному та національному) і в різних формах.

Значна увага науковців і практиків у галузі освіти сьогодні приділяється зовнішньому незалежному оцінюванню (ЗНО), що являє собою «комплекс організаційних процедур (передусім – тестування), спрямований на визначення рівня навчальних досягнень випускників середніх навчальних закладів при їхньому вступі до закладів вищої освіти» [18].

Слід відмітити, що результати ЗНО є явищем, яке широко обговорюється не лише в освітніх колах, а й у суспільстві загалом, оскільки

торкається всіх рівнів його функціонування – від перспектив розвитку держави до окреслення професійних можливостей окремої особистості, напрямів її подальшого життєтворення [7].

Досвід України дає змогу провести порівняльний аналіз стану освітніх результатів учнів, які діагностовані засобами зовнішнього незалежного оцінювання, починаючи з 2008 р. Це стало можливим, відколи проходження ЗНО є обов'язковою умовою вступу до закладу вищої освіти, а наразі – й ДПА.

Із метою порівняння сучасного стану освітніх результатів учнів з математики і фізики проаналізуємо результати зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО) згаданих предметів за останні 10 років, тобто протягом 2008–2018 рр. Основні положення було відображено у наших публікаціях [7, 8].

Здійснимо детальний аналіз за роками, окрім 2015 р., оскільки в офіційному звіті про проведення зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти, для осіб, які виявили бажання вступати до вищих навчальних закладів України в 2015 р., відсутні необхідні дані [38].

Особливу увагу приділимо таким показникам об'єктивності оцінювання якості освіти з математики і фізики, як:

- 1) охоплення (кількість) учасників тестування;
- 2) динаміка середнього балу;
- 3) відсоток учасників тестування, які складають тест на 190 і більше балів;
- 4) відсоток учасників тестування, які не складають ЗНО [34, 37].

Перш за все, спираючись на оприлюднені матеріали Українського центру оцінювання якості освіти (далі УЦОЯО), проаналізуємо дані щодо математики.

Встановлено, що впродовж 2008–2018 рр. кількість учасників ЗНО з математики суттєво зменшилась. Так, кількість учасників ЗНО з математики у 2008 р. становила близько чверті мільйона (226084) [31], а у 2018 р. – 106483 [30].

При цьому впродовж аналізованого десятиліття спостерігається нерівномірна динаміка, а саме: 2009 р. – 235305 учасників тестування з математики [32], 2010 р. – 110759 [33], 2011 р. – 145510 [34], 2012 р. – 94366 [35], 2013 р. – 90343 [36], 2014 р. – 147036 [37], 2016 р. – 123047 [28], 2017 р. – 106325 [29] (рис. 3.1).



Рис. 3.1. Кількість учасників ЗНО з математики за роками, 2008–2018 рр.

Наведені дані свідчать, що за 10 років кількість учнів, які пройшли тестування з математики, зменшилась у більш ніж два рази. Ця ситуація зумовлена як суб'єктивними, так і об'єктивними причинами.

Серед останніх, зокрема, вагому роль відіграло зменшення кількості учнів унаслідок «демографічної кризи», що почалася у 1990-х рр., проявилася в істотному зниженні народжуваності і, як результат, у зменшенні кількості учасників тестування.

Слід відмітити, що динаміка середнього балу, відсотку учасників тестування, які складають тест на 190 і більше балів, і тих, хто його не здають, є нерівномірною. Аналіз ситуації показує, що впродовж 2008–2018 рр. середній бал учасників тестування з математики має

стрибкоподібний характер із позитивними тенденціями до збільшення.

Так, за даними Українського центру оцінювання якості освіти, середній бал ЗНО з математики у 2008 р. становив 20% від максимально можливого [31], у 2018 р. – 37,5% [30].

Водночас відзначимо, що серед учнів середній бал ЗНО з математики постійно зростав із незначним зменшенням в окремі роки: 2009 р. – 25,7% [32], 2010 р. – 36% [33], 2011 р. – 31% [34], 2012 р. – 39% [35], 2013 р. – 34% [36], 2014 р. – 28,6% [37], 2016 р. – 33,8% [28], 2017 р. – 39,2% [29], 2018 р. – 37,5% [30].

Отже, впродовж аналізованого десятиліття відбулися позитивні зміни в результатах тестування учасників ЗНО з математики щодо середнього балу, який зріс у 1,5 рази у 2018 р. порівняно з 2008 р.

Водночас аналіз ситуації за останнім із прийнятих показників (кількість учасників ЗНО, які не склали тест із математики) показав, що впродовж 2008–2018 рр. відбулися суттєві зміни в бік погіршення ситуації.

За даними Українського центру оцінювання якості освіти, у 2008 р. відсоток учасників тестування, які не склали тест із математики, становив 4,6% від їхньої загальної кількості [31], у 2009 р. – 9,6% [32], у 2010 р. – 7,2% [33], у 2011 р. – 7,2% [34], у 2012 р. – 9,3% [35], у 2013 р. – 7,3% [36], у 2014 р. – 6,7% [37], у 2016 р. – 12,7% [28], у 2017 р. – 14% [29], у 2018 р. – 15% [30].

Так, у 2008 р. відсоток таких учасників був найнижчим впродовж досліджуваних 10 років. У наступному 2009 р. відсоток тих, хто не склав тест з математики збільшився у понад 2 рази і становив 9,6% від загальної кількості учасників тестування. Надалі відсоток випускників, які не склали ЗНО з математики, поступово знижується до локального мінімуму в 6,7% у 2014 р. Однак, після 2014 р. їхній відсоток знову почав збільшуватися і у 2016 р. досяг позначки 12,7%. Надалі негативна тенденція продовжилася у всі наступні роки, тобто відсоток учасників ЗНО, які не складають тестування з математики, зростає в 2015–2018 рр. і становить у 2018 р. 15%,

що є найгіршим показником за 10 років.

Таким чином, упродовж 2008–2018 рр. відсоток учасників, які не склали тестування з математики, суттєво змінився: розпочавшись із мінімального 4,6% у 2008 р., він мав середній рівень у 2007–2014 рр. і набув найгірших значень у 2016–2018 рр.

Викликає занепокоєння те, що відсоток учасників ЗНО, які не склали тести з математики, у 2018 р. підвищився у 3 рази в порівнянні з 2008 р. Проте ці цифри слід розглядати в комплексі з іншими результатами ЗНО з математики за 2008–2018 рр.

Отже, аналізуючи ситуацію щодо учасників тестування з математики, які упродовж 2008–2018 рр. склали ЗНО на 190 і більше балів, варто відмітити незначну, але позитивну динаміку.

За даними Українського центру оцінювання якості освіти, у 2008 р. цей бар'єр подолали 2,1% учасників тестування від їхньої загальної кількості [31].

Слід відзначити, що в подальші роки отримано наступні цифри: 2009 р. – 2,2% [32], 2010 р. – 2,4% [33], 2011 р. – 2% [34], 2012 р. – 2,2% [35], 2013 р. – 2,2% [36], 2014 р. – 2,3% [37], 2016 р. – 1,8% [28], 2017 р. – 3% [29], 2018 р. – 3,2% [30].

Узагальнені дані щодо рівня освітніх результатів учнів з математики протягом 2008–2018 рр., зокрема динаміка середнього балу, відсоток учасників тестування, які склали тест на 190 і більше балів, і тих, хто його не здав, представлено на діаграмі (рис. 3.2).

Таким чином, можна зробити загальний висновок щодо аналізу результатів ЗНО з математики у 2008–2018 рр.

Так, поряд із збільшенням відсотка учасників тестування, які складають ЗНО на 190 балів і більше, є значне, у понад три рази, збільшення відсотка учасників ЗНО з математики, які зовсім не складають його.

При цьому середній рівень знань учасників тестування знаходиться в межах від 20% до 37,5%.

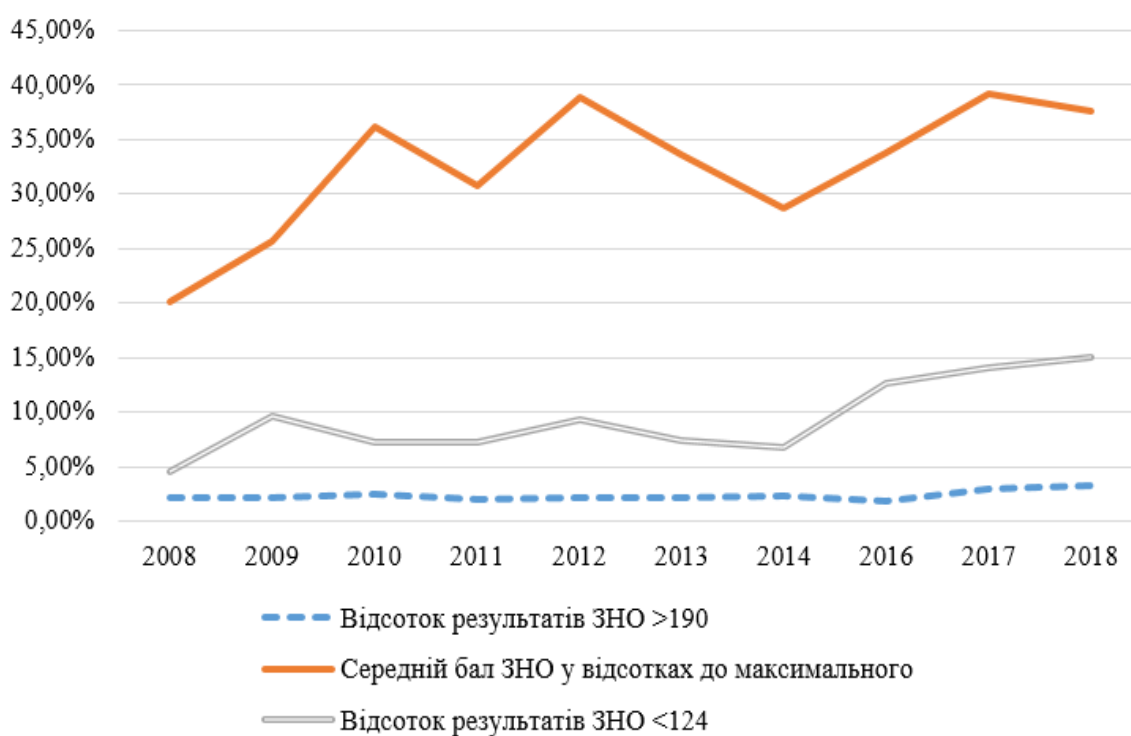


Рис. 3.2. Рівень освітніх результатів учнів з математики на прикладі ЗНО за роками, 2008–2018 рр.

Таким чином, упродовж 2008–2018 рр. спостерігається дедалі кардинальніше кількісне розмежування між двома групами учасників тестування з математики – тими, які складають ЗНО з результатом вище середнього, і тими, які не можуть взагалі його скласти.

Можна констатувати, що проблема останніх полягає не стільки у недоліках організації тестування, скільки у зниженні рівня знань з математики у певної кількості учнів.

По-друге, детально проаналізуємо результати ЗНО з фізики.

Насамперед відзначимо, що за офіційними даними з 2008 р. по 2018 р. відбулось суттєве зменшення кількості учасників тестування. Так, аналіз ситуації показує, що у 2008 р. кількість учасників ЗНО з фізики становила 32592 осіб [31], у 2018 р. – 20836 [30].

При цьому впродовж зазначених років спостерігається нерівномірна

динаміка участі, а саме: 2009 р. – 32142 учасники тестування з фізики [32], 2010 р. – 46439 [33], 2011 р. – 46240 [34], 2012 р. – 46240 [35], 2013 р. – 61403 [36], 2014 р. – 53202 [37], 2016 р. – 27771 [28], 2017 р. – 23597 [29].

Детальний аналіз даних показує, що, починаючи з 2010 р. і до 2013 р., кількість учасників тестування ЗНО з фізики збільшилася майже вдвічі, а після 2013 р. – суттєво зменшується і знаходить свій мінімум у 2018 р. Отже, впродовж 2008–2018 рр. кількість учасників тестування з фізики зменшилась у 1,5 рази (рис. 3.3.)

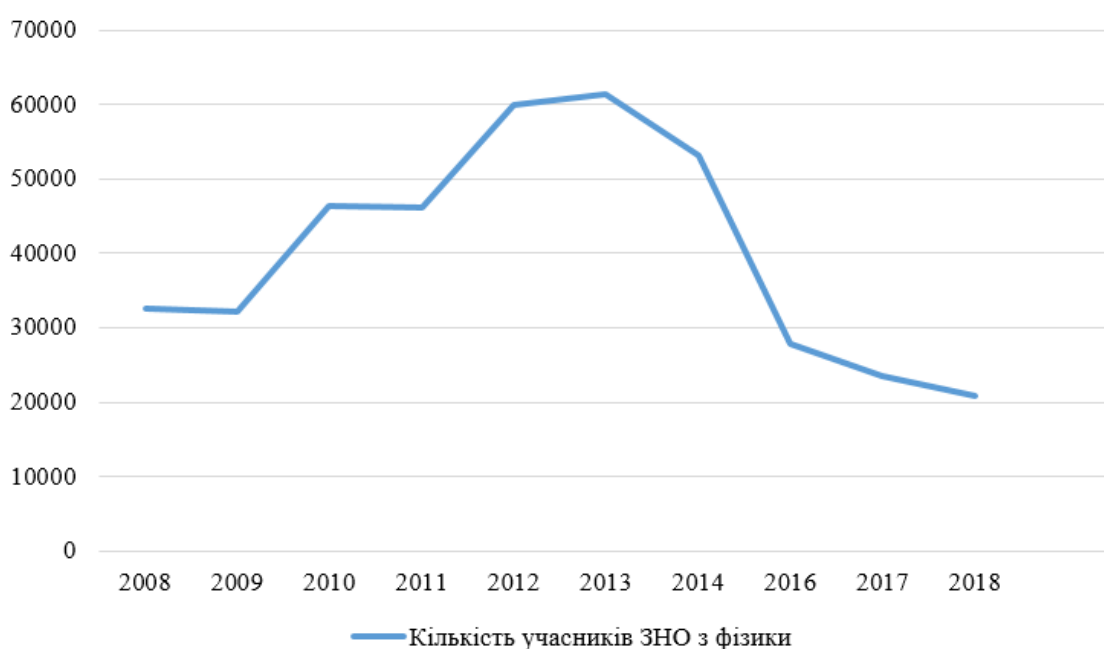


Рис. 3.3. Кількість учасників ЗНО з фізики за роками, 2008–2018 рр.

Більш детально, спираючись на дані Українського центру оцінювання якості освіти, проаналізуємо динаміку середнього балу, а також відсоток учасників тестування, які складають тест на 190 і більше балів. Також окремо зупинимось на питанні аналізу відсотку учасників тестування, які не складають ЗНО з фізики.

Діахронний аналіз середнього балу ЗНО з фізики засвідчує у період із 2008 р. до 2018 р. певні коливання щодо участі учнів, яка має тенденцію до зменшення. Так, у 2008 р. кількість учасників тестування ЗНО з фізики

становила 35,8% [31], у 2009 р. – 26,5% [32], у 2010 р. – 33,0% [33], у 2011 р. – 29,8% [34], у 2012 р. – 32,0% [35], у 2013 р. – 31,2% [36], у 2014 р. – 27,52% [37], у 2016 р. – 33,9% [28], у 2017 р. – 30,0% [29], у 2018 р. – 36,7% [30].

При цьому кількість учасників, що набрали з фізики кількість балів, визначену як середня, характеризується нерівномірною динамікою. Якщо у 2008 р. до цієї категорії можна було віднести 35,8% осіб, у 2014 р. – 27,5%, то у 2018 р. вже 36,7%.

Водночас, динаміка кількості учасників, які не склали ЗНО з фізики, свідчить про певну негативну тенденцію. Встановлено, що за останні 3 роки відсоток учнів, які не пройшли тест ЗНО з цього предмета, є найбільшим за весь період 2008–2018 рр.

Так, якщо у 2008 р. відсоток учнів, які не подолали поріг ЗНО з фізики, становив 9,7% [31], то у наступних роках відповідно: 2009 р. – 6,6% [32], 2010 р. – 6,9% [33], 2011 р. – 6,9% [34], 2012 р. – 9,1% [35], 2013 р. – 8,1% [36], 2014 р. – 6,0% [37], 2016 р. – 14,3% [28], 2017 р. – 19,8% [29], 2018 р. – 13,7% [30].

Наведені дані свідчать, що при відносній рівномірності 2008–2014 рр., відсоток учнів, які не склали тести з фізики, стрибкоподібно зросла у 2017 р. і сягнула максимуму, що має розрив із «найблагополучнішим» 2014 р. у 13,8%. Наразі тест ЗНО з цього предмета не склали 13,7%. Слід відзначити, що це є показником, кращим за отримані в 2016–2018 рр., але гіршим за 2014 р., коли тест не склали 6,0%.

Тенденція до зміни відсотка учасників тестування, які добре склали ЗНО, не особливо варіювалася впродовж 10 років. Однак у 2018 р. маємо тут підвищення в 2 рази порівняно з попереднім, 2017 р.

Так, відсоток учасників тестування ЗНО з фізики, що мали результати вищі за 190 балів, у 2008 р. становив 2,4% [31]. Надалі маємо наступні результати: 2009 р. – 2,8% [32], 2010 р. – 2,2% [33], 2011 р. – 2,2% [34], 2012 р. – 2,3% [35], 2013 р. – 2,1% [36], 2014 р. – 2,1% [37], 2016 р. – 1,9 % [28], 2017 р. – 1,8% [29], 2018 р. – 3,6% [30] випускників, що отримали 190 і

вище балів (рис. 3.4).

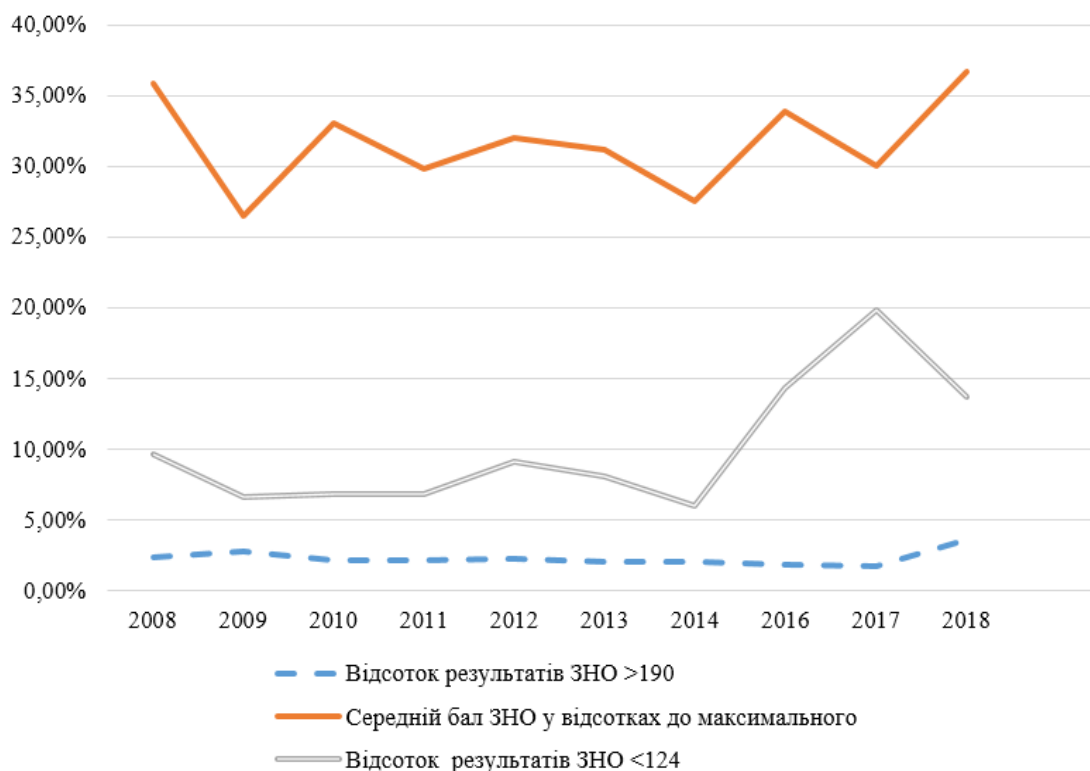


Рис. 3.4. Рівень освітніх результатів учнів з фізики на прикладі ЗНО за роками, 2008–2018 рр.

Підсумовуючи дані аналізу результатів учасників, що склали ЗНО з фізики з 2008 р. по 2018 р., можна констатувати наступне.

Кількість учасників ЗНО з фізики починаючи з 2013 р. зменшується і в 2018 р. є мінімальною за весь час проведення ЗНО.

Також останні 3 роки є найгіршими щодо числа учнів, які не складають тест ЗНО з фізики. Кількість учасників ЗНО з фізики зросла у 2 рази в порівнянні з 2009–2011 рр. та 2014 р. і майже у 1,5 рази в порівнянні з 2008 р. Хоча слід зазначити, що середній бал ЗНО з фізики тримається на досить високому рівні і в 2018 р. набуває свого максимуму в 36,7%.

Важливо також відмітити позитивний стрибок (подвійне збільшення) відсотка учнів, які склали ЗНО з фізики на відмінно у 2018 р. Тобто, можна стверджувати, що серед учасників дедалі помітніше виокремлюються ті, хто знає фізику добре, і ті, хто має погані результати.

Узагальнюючи викладене, порівняємо дані щодо результатів ЗНО з обох предметів – фізики і математики.

Як зазначалося вище, кількість учасників тестування, які склали тест ЗНО з фізики, зростає з 32592 учасників у 2008 р. до 61403 учасників у 2013 р. При цьому кількість учнів, які склали тест ЗНО з математики в той же період зменшується з 226084 учнів у 2008 р. до 90343 учасників тестування у 2013 р.

Слід відзначити, що після 2013 р. ситуація змінюється, і кількість учасників тестування з математики зростає до 106483 у 2018 р., а з фізики, навпаки, падає до 20836 осіб (рис. 3.5).

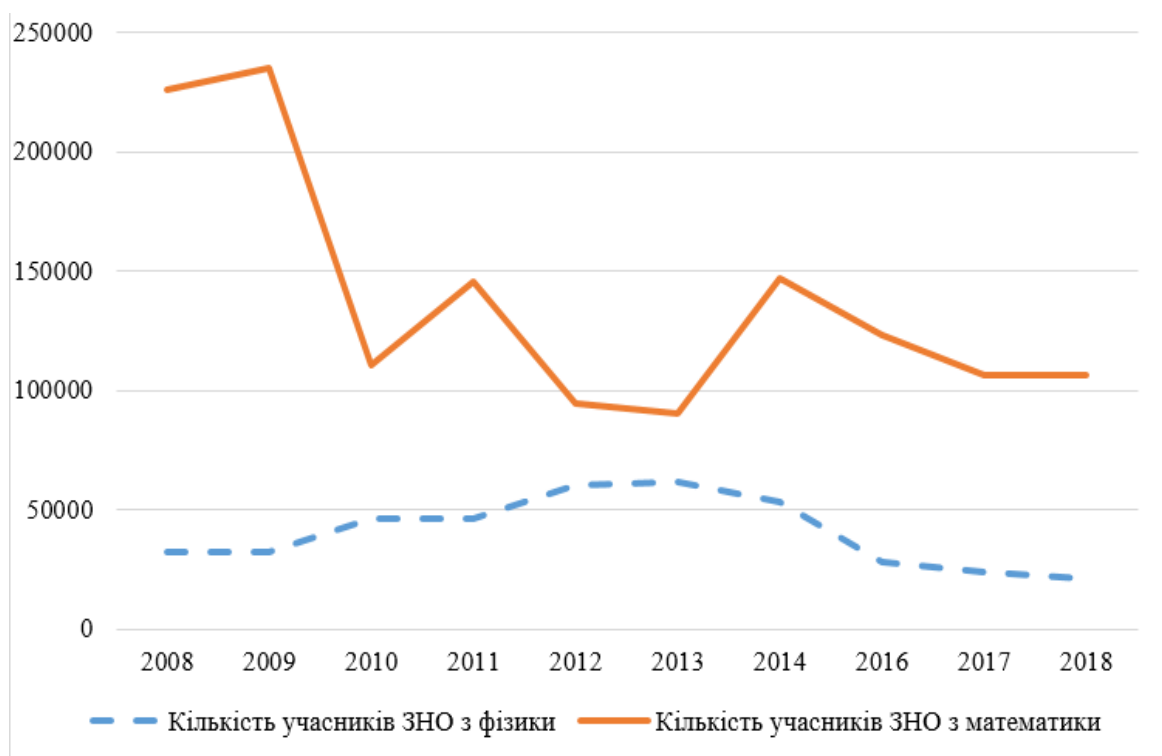


Рис. 3.5. Порівняння кількості учасників ЗНО з фізики і математики за роками, 2008–2018 рр.

Таким чином, кількість учасників тестування, які складають ЗНО з фізики, в порівнянні з математикою менша в 5 разів. При цьому кількість учасників тестування з фізики зазнавала не таких сильних змін упродовж останніх 10 років, як щодо математики.

Порівняння середнього балу (у відсотках щодо максимального)

учасників тестування ЗНО з математики і фізики показали різну динаміку. Так, у 2008 р. середній бал порівняно з максимальним для учасників тестування ЗНО з фізики був найменшим.

Хоча динаміка показників середнього балу з математики і фізики почалася з істотно різних позицій (у 35,9% для фізики та 20,1% для математики) в 2008 р. та істотно змінювалася впродовж років, але в 2018 р. ці показники майже зрівнялися на позначках 37,5% з математики та 36,7% з фізики (рис. 3.6).

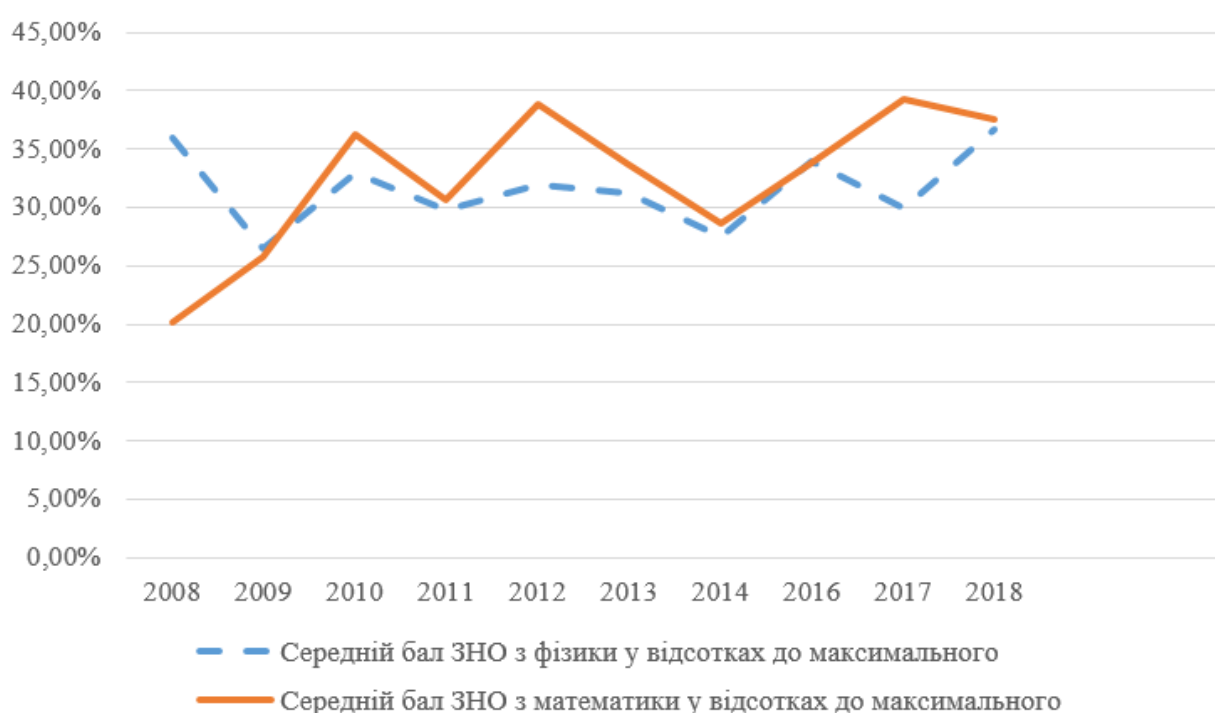


Рис. 3.6. Порівняння середнього балу учасників ЗНО з фізики і математики за роками, 2008–2018 рр.

Порівняння кількості учасників, які не склали тест ЗНО з математики і фізики, свідчить про її збільшення з обох предметів (рис. 3.7).

Вважаємо, що особливу увагу слід звернути на останні 3 роки, де тенденція до збільшення відсотку тих, хто не склав ЗНО як з математики, так і фізики, є найбільш суттєвою й пов'язана з найгіршими показниками за весь час проведення ЗНО.

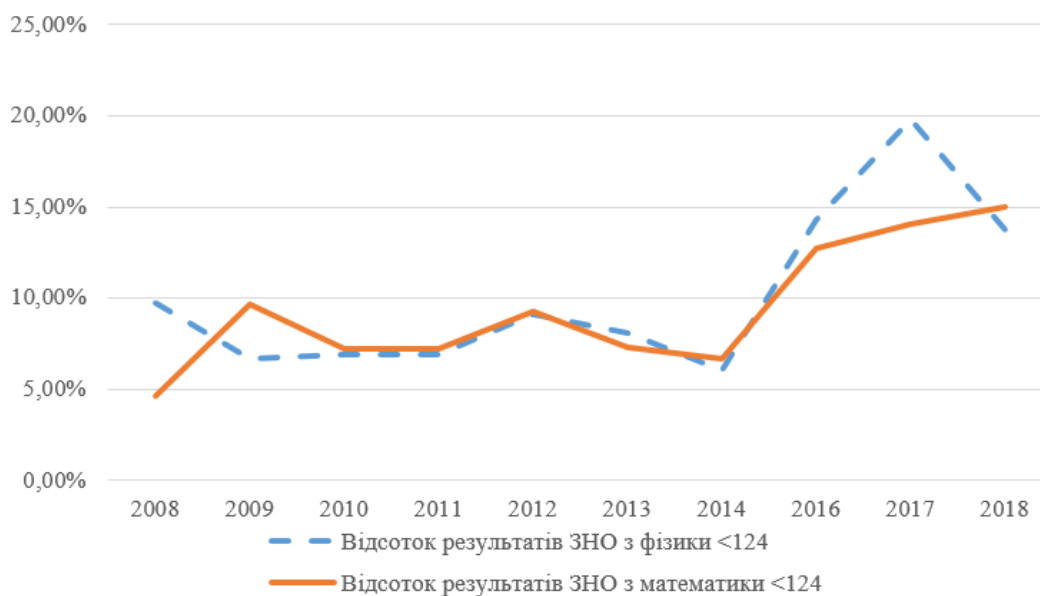


Рис. 3.7. Відсоток учасників ЗНО з фізики і математики, які його не склали за роками, 2008–2018 рр.

Порівняння за роками кількості учасників тестування, які склали ЗНО з математики і фізики на оцінку понад 190 балів (рис. 3.8), свідчить про нерівномірну динаміку з найвищим показником у 2018 р., коли відсоток учасників ЗНО, які склали тест на 190 балів і вище, збільшився у 1,5 рази як із математики (2008 р. – 2,1%, 2018 р. – 3,2%), так і з фізики (2009 р. – 2,4%, 2018 р. – 3,6%).

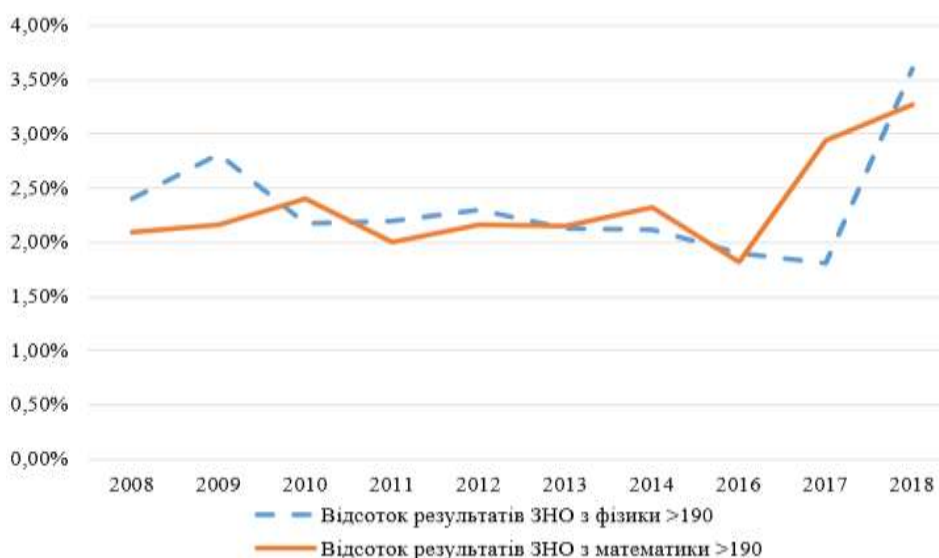


Рис. 3.8. Порівняння учасників ЗНО з математики і фізики, які склали ЗНО на 190 і більше балів, за роками, 2008–2018 рр.

Отже, за 10 років (2008–2018 рр.) відзначається сильна тенденція до зменшення кількості учасників тестування як із математики, так і фізики. Також відбувається значне зростання частки тих учасників, які не проходять тест ЗНО з фізики та математики. Крім цього, збільшується відсоток робіт, які виконані дуже добре, тобто набрали понад 190 балів, але водночас динаміка середнього балу як з математики, так і фізики не має чітких позитивних чи негативних тенденцій.

Важливими і тривожними є показники щодо відсотка учасників ЗНО, які не проходять тестування з зазначених дисциплін. Так, останні 3 роки є найгіршими як для математики, так і для фізики за цим показником, який демонструє кількісне зростання приблизно в 2 рази.

Виявлено, що серед учасників ЗНО як з математики, так і з фізики в останні роки більш кардинально виокремлюються дві групи: ті, що знають матеріал дуже добре, і ті, хто його знає погано.

Таким чином, аналіз динаміки результатів ЗНО з математики і фізики за 2008–2018 рр., і насамперед виявлені ним перманентні зміни чисельності в групах тих, хто має відмінні та негативні результати, а також незначна змінність чисельності тих, хто має середній бал, дає підстави стверджувати про необхідність посилення уваги до навчання учнів із зазначених дисциплін у закладах освіти, у тому числі закладах позашкільної освіти.

3.2. Експериментальне дослідження педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

Розроблені і представлені нами педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з урахуванням їх 5-компонентної структури та застосування STEM-підходу, а також припущенням про позитивний вплив педагогічних умов на рівень освітніх досягнень учнів вимагали експериментального підтвердження.

Мета педагогічного експерименту полягала у перевірці ефективності запропонованих у дослідженні педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Експериментальна перевірка ефективності визначених і теоретично обґрунтованих нами педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти здійснювалася на основі оцінювання освітніх результатів учнів закладів позашкільної освіти.

Дослідно-експериментальною базою дослідження було обрано заклади позашкільної і вищої освіти України, а саме: Національний центр «Мала академія наук України», Харківський палац дитячої та юнацької творчості, Центр позашкільної роботи Святошинського району м. Києва, Центр науково-технічної творчості «Сфера» Оболонського району м. Києва, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова.

Слід відмітити, що до окремими методами експериментальної роботи були охоплені заклади позашкільної освіти України – м. Києва, а також Житомирської, Івано-Франківської, Кіровоградської, Львівської, Рівненської, Харківської, Херсонської, Тернопільської та інших областей.

Організація та проведення експерименту здійснювалися з урахуванням розробленої нами методики педагогічної оцінки освітніх результатів учнів.

Експериментальним дослідженням з метою перевірки ефективності запропонованих педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків

закладів позашкільної освіти було охоплено понад 500 учнів. Безпосередньо в експерименті брали участь 380 учнів закладів позашкільної освіти, які склали експериментальну та контрольну групи.

Відзначимо, що вибір учасників експериментальної та контрольної групи в усіх закладах позашкільної освіти було забезпечено випадковим відбором.

Констатувальний етап експерименту, що проводився в усіх групах гуртків закладів позашкільної освіти до початку експериментального навчання, показав, що рівень освітніх результатів у парі груп (експериментальній та контрольній) у кожному закладі позашкільної освіти був приблизно однаковий.

При розробці методики перевірки ефективності запропонованих педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти нами враховувалися підходи щодо оцінювання результатів навчання, представлені у наукових дослідженнях О. Биковської [6], І. Ігнатенко [19], А. Киверялга [21], О. Савченко [20], С. Сисоєвої [42] та інших.

Зазначимо, що методика ґрунтувалась на структурно-компонентному методі педагогічної оцінки рівня освітніх результатів учнів, де критеріями оцінки освітніх результатів учнів закладів позашкільної освіти було виділено чотири показники, а саме: знаннєвий, мотиваційний, діяльнісний, творчий.

При оцінці прояву показників знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого компонентів за основу було обрано трирівневу систему оцінювання з диференціацією освітніх результатів за низьким, середнім та високим рівнями.

Слід відмітити, що при встановленні рівневої диференціації враховувалися загальноприйняті норми, а саме:

«– до кожного з виділених класифікаційних рівнів були віднесені досліджувані учні з реальними рівнями сформованості вмінь та навичок, які несуттєво відрізняються між собою;

- при переході з високих класифікаційних рівнів на нижчі необхідно передбачати міру зниження прояву оцінюваних якостей;
- важливо, щоб зниження було, по можливості, помітним експериментально та рівномірним при переході між сусідніми рівнями (тобто, експериментатор міг зорієнтуватися, до якого рівня віднести ті чи інші освітні результати);
- на всіх класифікаційних рівнях повинна оцінюватися одна певна якість» [19].

Встановлюючи рівень освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, враховувалася педагогічна оцінка кожного із структурних компонентів.

Зокрема, розроблено показники і критерії оцінювання освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за показниками знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого структурних компонентів та визначені їхні типові характеристики.

Слід відмітити, що знаннєвий компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти визначав ступінь володіння знаннями про науку, технології, фізику та математику. Також встановлювався рівень засвоєння учнями техніко-технологічних і фізико-математичних уявлень і понять, ознайомлення з приладами техніки, найпростішими фізико-математичними процесами.

Мотиваційний компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти пов'язаний з оцінкою проявів здійснення ефективної діяльності, досягнення визначеної мети, якостей емоційно-вольової сфери.

Значення діяльнісного компоненту освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти полягає у формуванні вміння застосовувати здобуті знання з науки, технологій, фізики та математики у практичній діяльності, використанні техніко-технологічних і фізико-математичних умінь та навичок.

Вияв творчого компоненту освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти полягав у набутті досвіду творчої діяльності, вирішенні творчих завдань з науки, технологій, фізики та математики, посиленні потреби у творчій самореалізації.

Показники і критерії оцінювання освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за показниками знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого структурних компонентів подано у табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Показники і критерії оцінювання освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за показниками знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого структурних компонентів

Рівні	Критерії
	Показники
Знаннєвий компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти	
Високий	<p>Вільне володіння знаннями та понятійним апаратом з науки, технологій, фізики та математики, вільне відтворення матеріалу пройдених тем.</p> <p>Ґрунтовне засвоєння учнями техніко-технологічних і фізико-математичних уявлень і понять, ознайомлення з приладами техніки, найпростішими фізико-математичними процесами.</p>
Середній	<p>Володіння знаннями та понятійним апаратом з науки, технологій, фізики та математики обмежене, присутні складнощі при відтворення матеріалу пройдених тем.</p> <p>Досить повне засвоєння учнями техніко-технологічних і фізико-математичних уявлень і понять, ознайомлення з приладами техніки, найпростішими фізико-математичними</p>

	процесами.
Низький	<p>Слабке володіння знаннями та понятійним апаратом з науки, технологій, фізики та математики, слабка здатність до відтворення матеріалу пройдених тем.</p> <p>Відсутність елементарних техніко-технологічних і фізико-математичних уявлень і понять, ознайомлення з приладами техніки, найпростішими фізико-математичними процесами.</p>
<p>Мотиваційний компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти</p>	
Високий	<p>Самостійне прагнення до здійснення ефективної діяльності з науки, технологій, фізики та математики, досягнення визначеної мети.</p> <p>Яскраві вияви сформованості якостей емоційно-вольової сфери.</p>
Середній	<p>Помірне прагнення до здійснення діяльності з науки, технологій, фізики та математики, не завжди досягнення визначеної мети; потребує часткової допомоги педагога залежно від персональної зацікавленості.</p> <p>Якості емоційно-вольової сфери виявляються помірно.</p>
Низький	<p>Відсутність прагнення до здійснення діяльності з науки, технологій, фізики та математики. Визначена мета досягається рідко.</p> <p>Якості емоційно-вольової сфери сформовані слабо.</p>
<p>Діяльнісний компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти</p>	

Високий	<p>Вільне застосування здобутих знань з науки, технологій, фізики та математики у практичній діяльності, використання техніко-технологічних і фізико-математичних вмінь та навичок, цілісне розуміння запропонованих підходів до вирішення поставлених питань.</p> <p>Повна взаємоповага та вміння працювати в колективі. Колективні завдання вирішуються ефективно та повністю.</p>
Середній	<p>Певні складнощі при застосуванні здобутих знань з науки, технологій, фізики та математики у практичній діяльності, дещо ускладнене використання техніко-технологічних і фізико-математичних умінь та навичок, часткове розуміння запропонованих підходів до вирішення поставлених питань та нечасте пропонування власних методів вирішення проблем з науки, технологій, фізики та математики.</p> <p>Присутня взаємоповага та деяке вміння працювати в колективі. Певна частина колективних завдань вирішується.</p>
Низький	<p>Неможливість застосування здобутих знань з науки, технологій, фізики та математики у практичній діяльності, використання техніко-технологічних і фізико-математичних умінь та навичок без допомоги педагога, майже відсутнє розуміння запропонованих підходів до вирішення поставлених питань та відсутність власних методів вирішення проблем з науки, технологій, фізики та математики.</p> <p>Відсутність взаємоповаги та вміння працювати в колективі. Колективні завдання не вирішуються або вирішуються не повністю.</p>

Творчий компонент освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти	
Високий	<p>Повне самостійне вирішення творчих завдань з науки, технологій, фізики та математики, відсутність потреби в допомозі педагога для вирішення завдань, стале застосування творчого підходу до вирішення поставлених проблем.</p> <p>Системне нестандартне застосування набутих знань у суміжних сферах науки, технологій, фізики та математики та застосування з корисністю в житті.</p>
Середній	<p>Часткове або неповне вирішення творчих завдань з науки, технологій, фізики та математики, необхідна певна допомога педагога для повного вирішення завдань, випадковість застосування творчого підходу до вирішення поставлених проблем.</p> <p>Безсистемне нестандартне застосування набутих знань у суміжних сферах науки, технологій, фізики та математики та випадкове застосування з корисністю в житті.</p>
Низький	<p>Неможливість вирішення творчих завдань з науки, технологій, фізики та математики без допомоги педагога, відсутність творчого підходу до вирішення поставлених проблем.</p> <p>Відсутність нестандартного застосування набутих знань у суміжних сферах науки, технологій, фізики та математики, нездатність їх застосовувати з корисністю в житті.</p>

Слід відмітити, що перевірка та оцінювання освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти здійснювалася під час виконання ними практичних завдань, а також у формі проведення фізико-

математичних вікторин, змагань, підсумкового тестування, захисту проектів тощо.

Також застосовувалися тестові завдання з різноманітних тем з науки, технологій, фізики та математики. Зокрема, наведемо приклад тестового завдання з теми «Фізика».

гурток, група

дата

ім'я, прізвище

тема

1. Зміну з часом положення тіла у просторі називають:

- а. механічним рухом
- б. шляхом
- в. переміщенням?

2. Тілом відліку називають:

- а. тіло, розмірами якого в умовах задачі можна знехтувати
- б. тіло, відносно якого розглядається положення рухомого тіла
- в. будь-яке тіло з розглядуваної задачі?

3. Систему відліку утворюють:

- а. система координат та годинник
- б. матеріальна точка та годинник
- в. тіло відліку, пов'язана з ним система координат і годинник?

4. Матеріальною точкою називають:

- а. тіло, розміри якого малі та яке стоїть нерухомо
- б. тіло, яке приймається як початок відліку координат
- в. фізичну модель тіла, розмірами якого в умовах задачі можна знехтувати?

5. Найкоротшу відстань від точки початку руху до її кінцевого положення називають:

а. шлях

б. переміщення

в. швидкість?

6. Зміну положення тіла в просторі відносно інших тіл з плином часу називають:

а. шлях

б. переміщення

в. швидкість?

7. Механічним рухом, у ході якого за будь-які рівні інтервали часу тіло долає однаковий шлях, називають:

а. рівнозмінний рух

б. рівномірний рух

в. рух?

8. Фізичною величиною, що дорівнює відношенню шляху, який пододало тіло, до інтервалу часу, за який цей шлях було пройдено, називають:

а. шлях

б. переміщення

в. швидкість?

9. Якщо тіло рухається рівномірно, то графіком руху тіла буде:

а. пряма, паралельна осі

б. пряма, що нахилена під кутом до осі

в. варіант а або б в залежності від значень?

10. Якщо тіло рухається рівномірно, то графіком швидкості тіла буде:

а. пряма, паралельна осі

б. пряма, що нахилена під кутом до осі

в. варіант а або б в залежності від значень?

11. О 8 годині 10 хвилин автобус із школярами затримався на зупинці. Чи встигнуть школярі доїхати до школи вчасно, якщо до школи ще їхати 700 метрів, а середня швидкість автобуса дорівнює 36 км/год? (урок починається о 8 год 30 хв.)

- а. встигнуть
- б. не встигнуть
- в. обчислити неможливо.

12. Двоє плавців від різних точок берега пливуть до фінішу. Першому плавцю до фінішу залишилося 300 м., другому – 350 м. Середня швидкість першого плавця становить 3,6 км/год, а другого – 3,96 км/год. Хто з них фінішує першим?

- а. перший перемаже
- б. другий перемаже
- в. припливуть одночасно.

Аналогічні матеріали були розроблені і для тем, що вивчаються при опануванні тем з математики. Наведемо приклад тестового завдання з теми «Математика».

гурток, група

дата

ім'я, прізвище

тема

1. Назвіть основні числові множини:

- а. парні, непарні
- б. натуральні, цілі, раціональні, ірраціональні, дійсні

в. цілі, дробові, нерациональні, раціональні.

2. Натуральними називаються числа,

а. що використовуються при лічбі

б. що діляться націло на 2

в. які можна записати нескоротним дробом $\frac{m}{n}$, де m – ціле число, а n – натуральне.

3. Раціональними називаються числа,

а. що використовуються при лічбі

б. що діляться націло на 2.

в. які можна записати нескоротним дробом $\frac{m}{n}$, де m – ціле число, а n – натуральне.

4. Яке найменше натуральне число?

а. 0

б. 1

в. такого немає.

5. Яке найбільше натуральне число?

а. 999999999

б. число гугол

в. такого немає.

6. Оберіть варіант відповіді з парними числами:

а. 0; 8; 2; 12

б. 10; 4; 5; 6

в. 1; 2; 3; 4 .

7. Оберіть варіант відповіді з цілими числами:

а. 0, 2; 7; -5; $\frac{1}{2}$.

б. -36; 9; 5; 2; -12

8. Сума натуральних чисел:

а. є натуральним числом

б. може бути натуральним числом

в. не є натуральним числом.

9. Різниця натуральних чисел:

а. є натуральним числом

б. може бути натуральним числом

в. не є натуральним числом.

10. Добуток натуральних чисел:

а. є натуральним числом

б. може бути натуральним числом

в. не є натуральним числом.

11. Частка двох натуральних чисел:

а. є натуральним числом

б. може бути натуральним числом

в. не є натуральним числом.

12. В якому порядку виконуються арифметичні дії?

а. спочатку додавання та віднімання, у порядку зліва направо, після цього множення та ділення

б. спочатку множення та ділення, у порядку зліва направо, після цього додавання та віднімання

13. При наявності дужок у виразі першими виконуються:

а. дії у дужках, за правилами виконання арифметичних дій, а вже після цього – дії поза дужками.

б. дії поза дужками, за правилами виконання арифметичних дій, а вже після цього – дії у дужках.

14. Виконайте дії та скоротіть результат $1 + 3 * 4 = ?$

а. 13

б. 16

в. 8.

15. Виконайте дії та скоротіть результат $(4 + 3) * 2 = ?$

а. 14

б. 10

в. 9.

16. Виконайте дії та скоротіть результат $2 * 1 - (8 + 3 * 4) = ?$

а. 6

б. 18

в. -18

У процесі дослідження експериментальні дані освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за показниками знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого структурних компонентів фіксувалися в розробленому нами журналі дослідження.

При заповненні журналу дослідження рівня освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти низький, середній та високий рівні розвитку знаннєвого, мотиваційного, діяльнісного та творчого структурних компонентів позначалися відповідно літерами В (високий), С (середній), Н (низький) (рис. 3.9).

(заклад позашкільної освіти)													
(гурток)													
№	П.І.П.	Показники і рівні освітніх результатів											
		Знаннєвий			Мотиваційний			Діяльнісний			Творчий		
		Н	С	В	Н	С	В	Н	С	В	Н	С	В
1													
2													
3													
4													
5													
...													

Рис 3.9. Приклад журналу дослідження рівня освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти

Педагогічна оцінка освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти була проведена відповідно до розроблених критеріїв та типових характеристик як на констатувальному, так і на формувальному етапах експерименту.

Для кількісної характеристики рівня освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти вводиться коефіцієнт освітніх результатів (K_{op}), який розраховувався за формулою:

$$K_{op} = (m + p) / Q, \text{ де}$$

m – кількість показників, які мають високий рівень прояву;

p – кількість показників, які мають середній рівень прояву;

n – кількість показників, які мають низький рівень прояву;

Q – загальна кількість показників.

$$Q = m + p + n$$

Одночасно більш детально обґрунтуємо вибір методів дослідження та представимо аналіз статистичних результатів даних рівнів освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти контрольної та експериментальної груп за знаннєвим, мотиваційним, діяльнісним та творчим компонентами на констатувальному та формувальному етапах експерименту.

Опрацювання даних, отриманих у результаті експерименту, здійснювалось за допомогою статистичних методів, що описані Д. Новиковим [26].

Слід відмітити, що аналіз результатів до та після експерименту двох груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти: контрольної та експериментальної – включав вирішення трьох задач, а саме:

1. Компактна та інформативна характеристика груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.
2. Визначення подібності характеристик двох груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

3. Визначення відмінності характеристик двох груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Враховуючи вищезазначене, відмітимо, що дві шкали (відношення і порядок), три перелічені типи задач аналізу даних дозволяють виділити шість базових задач. При цьому ці задачі є базовими, оскільки:

- включають понад 80 % задач аналізу даних, які є експериментальними даними;
- досліджуються двічі (до початку та після завершення експерименту) одним показником.

Слід відзначити, що загальні підходи до визначення вірогідності подібності та відмінності є типовими завданнями аналізу даних у педагогічних дослідженнях та слугують для встановлення тотожностей або відмінностей характеристик експериментальної й контрольної групи.

Для цього припускаються дві статистичні гіпотези. Одна з них – це гіпотеза про відсутність відмінностей (ще її називають нульова гіпотеза) або гіпотеза про істотність відмінностей (альтернативна гіпотеза).

Для прийняття рішення, яку гіпотезу все ж слід прийняти (нульову або альтернативну), використовують вирішальні правила – статистичні критерії. На підставі інформації про результати спостережень, такі як характеристика членів експериментальної й контрольної групи, розраховують певне число, що називають емпіричним значенням критерію. Розраховане число порівнюється з відомим (отриманим із таблиці) еталонним числом, яке називається критичним значенням критерію.

Критичні значення наводяться для декількох рівнів значимості. Рівнем значимості називається ймовірність помилки, що полягає у відхиленні (не прийнятті) нульової гіпотези, тобто ймовірність того, що відмінності будуть істотними, а вони насправді випадкові. Зазвичай, використовують рівні значимості α , які рівні 0,05, 0,01 і 0,001. У педагогічних дослідженнях значення рівнів значимості α обмежуються рівнем 0,05, тобто допускається не більш ніж 5% можливої помилки.

Рівень освітніх результатів за знанневим компонентом											
Контрольна група	200	32	127	41	84,0	4,045	20	144	36	90,0	4,08
%	100,0	16,0	63,5	20,5	-	-	10,0	72,0	18,0	-	-
Експериментальна група	180	28	117	35	84,4	4,04	17	98	65	90,6	4,267
%	100,0	15,6	65,0	19,4	-	-	9,4	54,4	36,1	-	-
Рівень освітніх результатів за мотиваційним компонентом											
Контрольна група	200	67	127	6	66,5	3,695	51	122	27	74,5	3,88
%	100,0	33,5	63,5	3,0	-	-	25,5	61,0	13,5	-	-
Експериментальна група	180	53	118	9	70,6	3,756	35	116	29	80,6	3,967
%	100,0	29,4	65,6	5,0	-	-	19,4	64,4	16,1	-	-
Рівень освітніх результатів за діяльнісним компонентом											

Контрольна група	200	87	99	14	56,5	3,63 5	64	111	25	68	3,81
%	100, 0	43, 5	49, 5	7,0	-	-	32, 0	55, 5	12, 5	-	-
Експериментальна група	180	80	81	19	55, 6	3,66 1	46	107	27	74, 4	3,89
%	100, 0	44, 4	45, 0	10, 6	-	-	25, 6	59, 4	15, 0	-	-
Рівень освітніх результатів за творчим компонентом											
Контрольна група	200	35	142	23	82, 5	3,94	24	129	47	88, 0	4,11 5
%	100, 0	17, 5	71, 0	11, 5	-	-	12, 0	64, 5	23, 5	-	-
Експериментальна група	180	46	126	8	74, 4	3,79	19	145	16	89, 4	3,98
%	100, 0	25, 6	70, 0	4,4	-	-	10, 6	80, 6	8,9	-	-

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за знансьвим компонентом представимо на рис. 3.10.

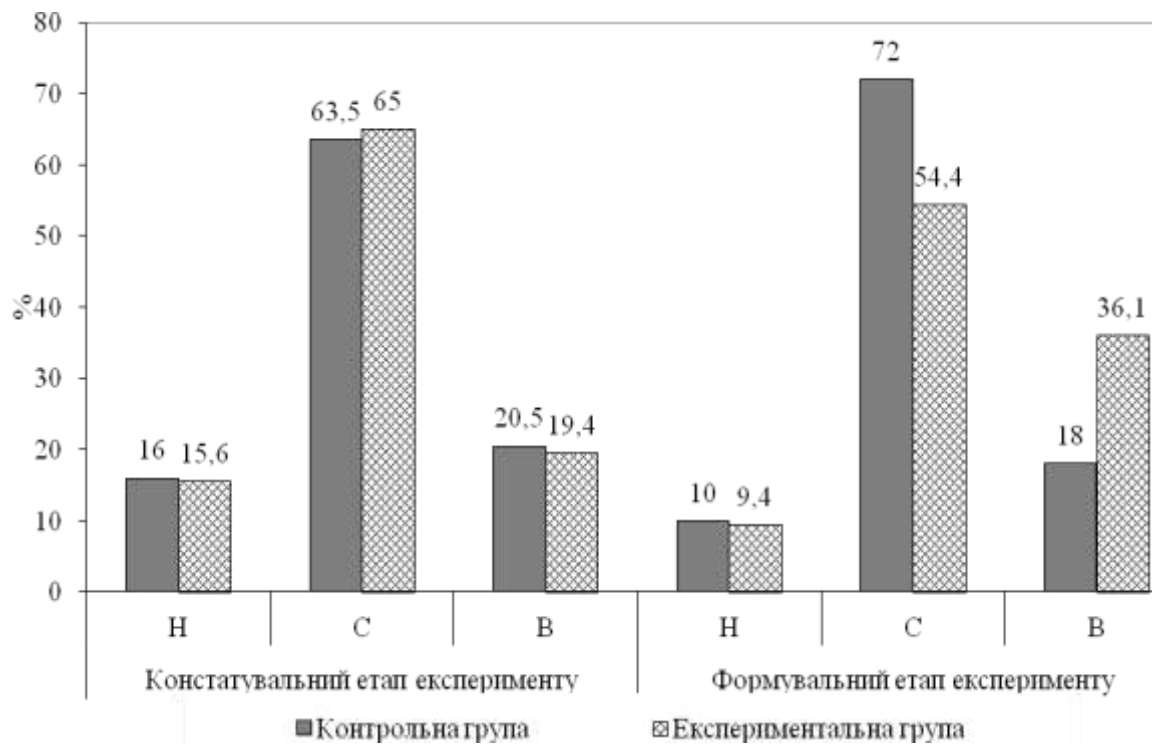


Рис. 3.10. Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за знаннєвим компонентом

Розкриємо показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за знаннєвим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту у табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за знаннєвим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Параметри	Контрольна група		Експериментальна група	
	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту

Об'єм вибірки	200	200	180	180
Мінімум	3	3	3	3
Максимум	5	5	5	5
Інтервал (розмах)	2	2	2	2
Сума	809	816	727	768
Середнє	4,045	4,08	4,0389	4,2667
Медіана	4	4	4	4
Дисперсія	0,3648	0,275	0,3504	0,3866

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом представлено на рис. 3.11.

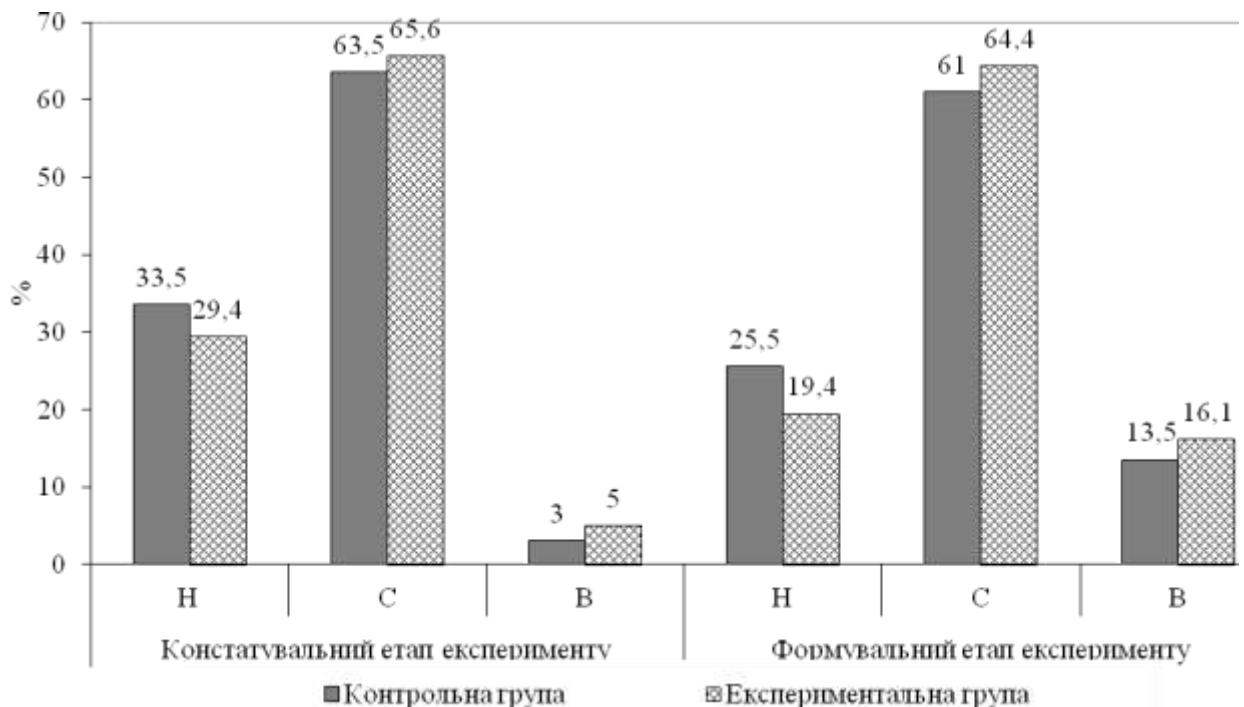


Рис. 3.11. Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом

Окреслимо показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту у табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Параметри	Контрольна група		Експериментальна група	
	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту
Об'єм вибірки	200	200	180	180
Мінімум	3	3	3	3
Максимум	5	5	5	5
Інтервал (розмах)	2	2	2	2
Сума	739	776	676	714
Середнє	3,695	3,88	3,7556	3,9667
Медіана	4	4	4	4
Дисперсія	0,2733	0,3775	0,2863	0,3564

Представимо рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом на рис. 3.12.

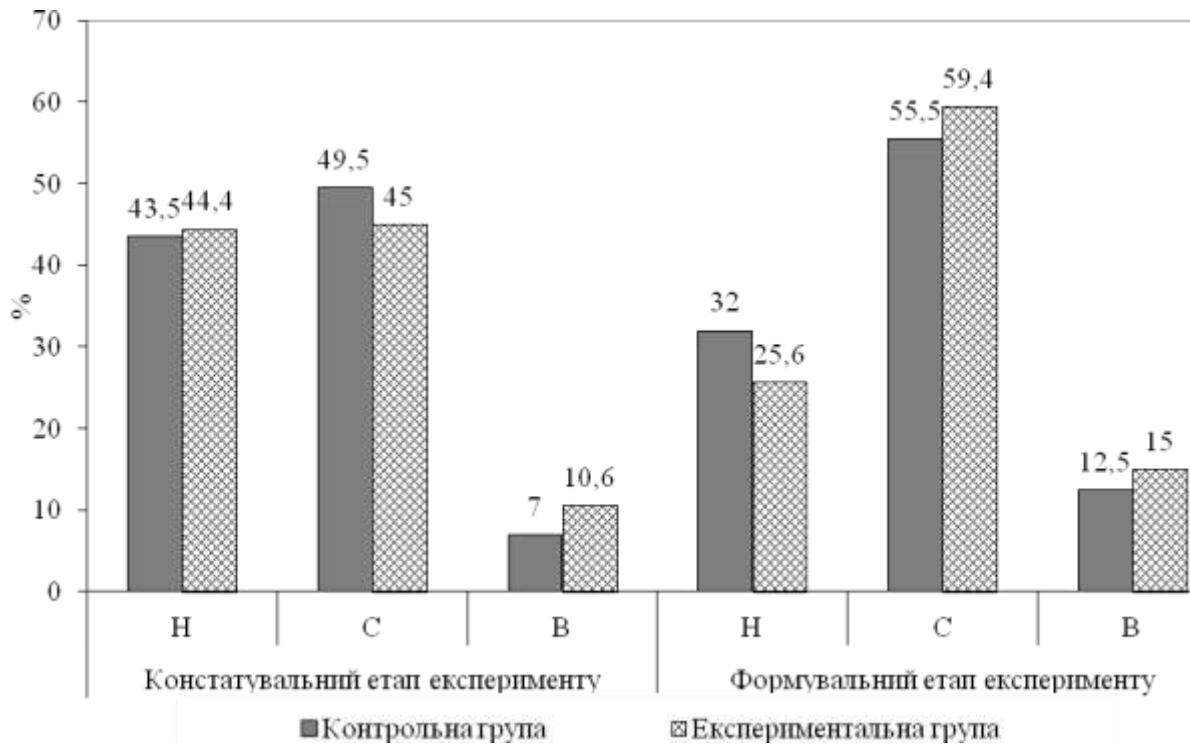


Рис. 3.12. Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом

Відобразимо показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту у табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Параметри	Контрольна група		Експериментальна група	
	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту

Об'єм вибірки	200	200	180	180
Мінімум	3	3	3	3
Максимум	5	5	5	5
Інтервал (розмах)	2	2	2	2
Сума	727	761	659	701
Середнє	3,635	3,805	3,6611	3,8944
Медіана	4	4	4	4
Дисперсія	0,3736	0,409	0,4376	0,3966

Представимо рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом на рис. 3.13.

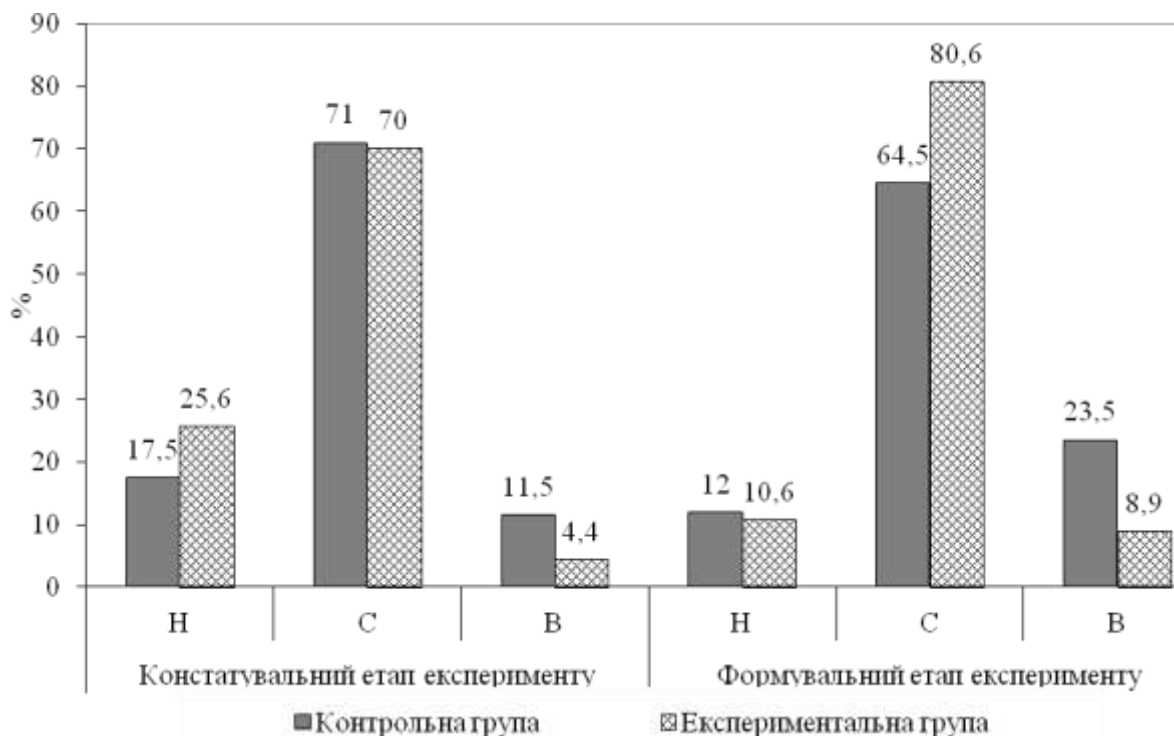


Рис. 3.13. Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом

Розглянемо показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту у табл. 3.6.

Таблиця 3.6

Показники рівнів освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Параметри	Контрольна група		Експериментальна група	
	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту
Об'єм вибірки	200	200	180	180
Мінімум	3	3	3	3
Максимум	5	5	5	5
Інтервал (розмах)	2	2	2	2
Сума	788	823	682	717
Середнє	3,94	4,115	3,7889	3,9833
Медіана	4	4	4	4
Дисперсія	0,2878	0,3435	0,2569	0,1953

При перевірці гіпотези щодо збігу характеристик 2-х груп доречним є використання критерію Крамера-Уелча, або ж критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні. Критерій Крамера-Уелча використовується для перевірки гіпотези про рівність середніх двох вибірок, критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні є більш точним інструментом. Даний критерій дозволяє перевіряти гіпотезу про

однаковість характеристик двох вибірок. Щодо «однакові» ми розуміємо збіг характеристик вибірок за середнім значенням, дисперсією й іншими показники.

«Критерій Крамера-Уелча. Емпіричне значення даного критерію розраховується на підставі інформації про обсяги N і M вибірок x і y , вибірових середніх \bar{x} і \bar{y} і вибірових дисперсіях D_x і D_y порівнюваних вибірок.

При цьому емпіричне значення критерію Крамера-Уелча ($T_{емп}$)

$$\text{розраховується за формулою } T_{емп} = \frac{\sqrt{M \cdot N} |\bar{x} - \bar{y}|}{\sqrt{M \cdot D_x + N \cdot D_y}},$$

де N – чисельність контрольної групи;

M – чисельність експериментальної групи;

\bar{x}, \bar{y} – середні значення успішності, відповідно контрольної та експериментальної груп

D_x, D_y – дисперсії значень успішності, відповідно контрольної та експериментальної груп,

$$\text{де: } D_x = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}; D_y = \frac{\sum_{i=1}^M (y_i - \bar{y})^2}{M-1}.$$

Критичне значення критерію Крамера-Уелча $T_{0,05} = 1,96$, тобто коли $T_{емп} < 1,96$, роблять висновок про подібність характеристик порівнюваних груп на рівні істотності $0,05$; якщо $T_{емп} > 1,96$ то відмічають достовірність розбіжностей характеристик порівнюваних груп з ймовірністю 95% » [26].

Тому, якщо проаналізувати початкові (до початку експерименту) стани експериментальної та контрольної груп, і буде з'ясовано, що вони збігаються за критеріями, а кінцеві (після закінчення експерименту) – різняться, то можна зробити висновок про зміни, зумовлені застосуванням експериментальної методики навчання.

Відзначимо, що в нашому випадку ми ще розглядаємо питання про те, «у який бік» експериментальна група відрізняється від контрольної, тобто, в

сторону покращення чи погіршення зміщені досліджувані характеристики (зі змістової точки зору, це не має відношення до статистичних методів, а є прерогативою педагогіки).

Критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні оперує не з абсолютними значеннями елементів двох вибірок, а з результатами їхніх парних порівнянь.

«Дві вибірки можуть мати однакові середні значення (тобто, критерій Крамера-Уелча встановить збіг середніх), але різнитися дисперсією. Тоді відмінності, які не виявить критерій Крамера-Уелча, можуть бути виявлені критерієм Вілкоксона-Манна-Уїтні.

Для розрахунку емпіричного значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні ($W_{\text{емп}}$) спочатку розраховують емпіричне значення критерію Манна-Уїтні (U) для розрахунку якого беруть дві вибірки контрольну $\{x_i\} i=1\dots N$ та експериментальну $\{y_i\} i=1\dots M$ і для кожного елемента вибірки $\{x_i\} i=1\dots N$ визначають число a_i елементів другої вибірки, які перевищують їх за своїми значеннями (тобто, кількість таких y_i , які більші за x_i), а також чисельність b_i елементів другої вибірки, які за своїми значеннями рівні їм (тобто, кількість таких y_i які рівні x_i). Тоді емпіричне значення критерію Манна-Уїтні (U) розраховується за формулою:

$$U = a_1 + a_2 + \dots + a_N + \frac{b_1 + b_2 + \dots + b_N}{2} = \sum_{i=1}^N a_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N b_i$$

Визначивши значення U , розраховують емпіричне значення $W_{\text{емп}}$.

$$W_{\text{емп}} = \frac{\left| \frac{N \cdot M}{2} - U \right|}{\sqrt{\frac{N \cdot M \cdot (N + M + 1)}{12}}}$$

де N – чисельність контрольної групи;

M – чисельність експериментальної групи.

Критичне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні $W_{0,05} = 1,96$, тому коли $W_{\text{емп}} < 1,96$, роблять висновок про подібність характеристик порівнюваних груп на рівні істотності 0,05; якщо ж $W_{\text{емп}} > 1,96$, то

відмічають достовірність розбіжностей характеристик порівнюваних груп із ймовірністю 95%» [26].

Для визначення достовірності подібності даних, які характеризуються оцінками в порядковій шкалі (бальна оцінка), доцільним є використання критерію однорідності χ^2 .

Розглянуті вище інструменти аналізу даних можна програмно реалізувати у таблицях Excel або за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення, такого як Statistica, R Project тощо. А розраховані значення критеріїв Крамера-Уелча та Вілкоксона-Манна-Уїтні для контрольної та експериментальної груп у формуючій та констатуючій фазах у розрізі досліджуваних компонентів показані в таблицях, в даних таблицях на перетині різних категорій, що характеризують досліджувану групу, вказано емпіричні та критичні значення критеріїв.

Якщо розбіжність встановлена, то клітинка таблиці має сіре забарвлення; коли ж після обрахунків було встановлено тотожність груп, клітинки не мають забарвлення.

Представимо рівень освітніх результатів за знансьвим компонентом контрольної та експериментальної груп на констатувальному та формувальному етапах експерименту в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за знансьвим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Контрольна група		Експериментальна група	
Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту
Контрольна група на констатувальному етапі експерименту			

-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,4619, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,0898, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,0853, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Контрольна група на формульовальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,4619, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,5481, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,821, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Експериментальна група на констатувальному етапі експерименту			

Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,0898, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,5481, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,1172, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Експериментальна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,0853, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,821, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,1172, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	-

Розкриємо рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом на констатувальному та

формувальному етапах експерименту у табл. 3.8.

Таблиця 3.8

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за мотиваційним компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Контрольна група		Експериментальна група	
Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту
Контрольна група на констатувальному етапі експерименту			
-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,5503, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,8862, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,7634, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Контрольна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію	-	Емпіричне значення критерію	Емпіричне значення критерію

<p>Віллоксона-Манна-Уїтні 2,5503, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%</p>		<p>Крамера-Уелча 2,1102, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%</p>	<p>Віллоксона-Манна-Уїтні 1,2094, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вбірок співпадають на рівні значущості 0,05</p>
<p>Експериментальна група на констатувальному етапі експерименту</p>			
<p>Емпіричне значення критерію Віллоксона-Манна-Уїтні 0,8862, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вбірок співпадають на рівні значущості 0,05</p>	<p>Емпіричне значення критерію Крамера-Уелча 2,1102, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%</p>	<p>-</p>	<p>Емпіричне значення критерію Віллоксона-Манна-Уїтні 2,8452, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%</p>
<p>Експериментальна група на формуальному етапі експерименту</p>			
<p>Емпіричне значення критерію Віллоксона-</p>	<p>Емпіричне значення критерію Віллоксона-</p>	<p>Емпіричне значення критерію Віллоксона-</p>	<p>-</p>

Манна-Уїтні 3,7634, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%	Манна-Уїтні 1,2094, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вбірок співпадають на рівні значущості 0,05	Манна-Уїтні 2,8452, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%	
---	--	---	--

Проаналізуємо рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом на констатувальному та формульовальному етапах експерименту у табл. 3.9.

Таблиця 3.9

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за діяльнісним компонентом на констатувальному та формульовальному етапах експерименту

Контрольна група		Експериментальна група	
Констатувальний етап експерименту	Формульовальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формульовальний етап експерименту
Контрольна група на констатувальному етапі експерименту			
-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні

	2,3877, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%	0,1903, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вбірок співпадають на рівні значущості 0,05	3,5707, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вбірок складає 95%
Контрольна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 2,3877, критичне 1,96. Достовірність різних характе- ристик порівню- ваних вбірок складає 95%	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 2,0559, критичне 1,96. Достовірність різних характе- ристик порівню- ваних вбірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 1,2356, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вбірок спів- падають на рівні значущості 0,05
Експериментальна група на констатувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 0,1903, критичне 1,96.	Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 2,0559, критичне 1,96.	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона- Манна-Уїтні 3,1775, критичне 1,96.

Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%		Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Експериментальна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,5707, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 1,2356, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 3,1775, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	-

Відобразимо рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту у табл. 3.10.

Таблиця 3.10

Рівень освітніх результатів контрольної та експериментальної груп учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за творчим компонентом на констатувальному та формувальному етапах експерименту

Контрольна група	Експериментальна група
------------------	------------------------

Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту	Констатувальний етап експерименту	Формувальний етап експерименту
Контрольна група на констатувальному етапі експерименту			
-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,5546, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,1803, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,6721, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05
Контрольна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,5546, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 4,5692, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 1,9787, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%

Експериментальна група на констатувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,1803, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 4,5692, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	-	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,8949, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%
Експериментальна група на формувальному етапі експерименту			
Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 0,6721, критичне 1,96. Характеристики порівнюваних вибірок співпадають на рівні значущості 0,05	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 1,9787, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	Емпіричне значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні 2,8949, критичне 1,96. Достовірність різних характеристик порівнюваних вибірок складає 95%	-

Отже, з рівнем достовірності 95% можна стверджувати, що за знаннєвим, мотиваційним, діяльнісним та творчим компонентами відбулися

істотні позитивні зміни у експериментальній групі при порівнянні результатів констатувального та формувального етапів експерименту. Для контрольної групи відмічені істотні зміни за мотиваційним, діяльним та творчим компонентами та не відмічено істотної зміни за знаннєвим компонентом.

Слід відзначити, що відмічається тотожність показників контрольної та експериментальної груп до початку експерименту в розрізі знаннєвого, мотиваційного та діяльносного компонентів, у той час як за творчим компонентом у констатувальній фазі досліджувані групи істотно відрізнялися.

Аналізуючи значення критерію Вілкоксона-Манна-Уїтні, вдалося встановити, що покращення за творчим компонентом відбулось як у контрольній, так і в експериментальній групі, але порівнювати їх між собою недоречно через різні показники груп на формувальному етапі.

Таким чином, на основі порівняння даних експериментальних та контрольних груп, що характеризують рівень освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, можна зробити висновок про ефективність визначених педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Висновки до розділу 3

Дослідження показало, що діяльність фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти буде ефективнішою, якщо врахувати 5-компонентну структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти та при визначенні педагогічних умов ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти в освітньому процесі застосувати STEM-підхід з 4-ма змістовими лініями «Science / Наука», «Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика».

З метою перевірки ефективності запропонованих у дослідженні педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти було проведено педагогічний експеримент.

Педагогічний експеримент здійснювався у закладах позашкільної освіти України. Також окремими методами дослідження було охоплено заклади вищої педагогічної освіти.

Перевірка та оцінювання освітніх результатів учнів у процесі застосування педагогічних умов ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу здійснювалася під час виконання ними практичних завдань, а також у формі проведення фізико-математичних вікторин, змагань, підсумкового тестування, захисту проектів тощо.

Критеріями оцінки освітніх результатів учнів закладів позашкільної освіти було виділено чотири показники, а саме: знаннєвий, мотиваційний, діяльнісний, творчий.

З експериментальною метою було визначено рівні сформованості освітніх результатів учнів як високий, середній та низький рівень.

Згідно з обраною методикою проведення експерименту, високий рівень освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти контрольної та експериментальної груп за знаннєвим

показником на констатувальному етапі експерименту в експериментальній групі гуртка продемонстрували 19,4% учнів, а в контрольній групі – 20,5%; середній рівень – 65% учнів експериментальної групи і 63,5% – контрольної; низький рівень – 15,6% в експериментальній групі і 16% – у контрольній.

На формувальному етапі експерименту на високому рівні за знаннєвим показником в експериментальній групі гуртка перебували 36,1% учнів, а у контрольній групі – 18%. Середній рівень – у 54,4% учнів експериментальної групи і 72% – контрольної. Низький рівень – 9,4% в експериментальній групі і 10% – у контрольній.

Для аналізу та відзначення змін стану експериментальної й контрольної груп використовувався критерій Крамера-Уелча та критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні. Вони показали не випадковість змін та виразну тенденцію до позитивних змін у експериментальній групі порівняно з контрольною, що спостерігалася під час експерименту.

Таким чином, отримані результати підтвердили теоретичні положення дослідження та показали ефективність визначених педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

**Список використаних джерел
до розділу 3**

1. Boudett K.P. *Data Wise, Revised and Expanded Edition: A Step-by-Step Guide to Using Assessment Results to Improve Teaching and Learning*. *Harvard Education Press*, 2013. 280 p.
2. Fulcher G., Davidson F. *Language testing and assessment an advanced resource book*. Abingdon: Routledge, 2007. 424 p.: [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://www.kau.edu.sa/Files/0005056/Subjects/Fulcher%20Davidso%20Language%20Testing%20and%20Assessment%20An%20Advanced%20Resource%20Book%20Routledge%20Applied%20Lingu.pdf>
3. Messick S. *The once and future issues of validity: assessing the meaning and consequences of measurement*. Erlbaum, 1988. P. 33–45.
4. Бернхардт В. Л. *Data Analysis for Continuous School Improvement 3rd Edition*. Абингдон: Routledge, 2013. 432 с.
5. Биковська О. В. Підвищення якості освіти в позашкільних навчальних закладах. *Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова : зб. наук. пр.* Київ : НПУ, 2007. Вип. 7. С. 23–30. (Серія «Педагогічні науки: реалії та перспективи»)
6. Биковська О. В. Позашкільна освіта: теоретико-методичні основи : моногр. Київ : ІВЦ АЛКОН, 2008. 336 с.
7. Биковський Я. Т. *ЗНО. Освітні результати учнів з математики і фізики: порівняльний аналіз 2008–2018 рр.* [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://education-ua.org/ua/analytics/1349-zno-osvitni-rezultati-uchniv-z-matematiki-i-fiziki-porivnyalnij-analiz-2008-2018-rr>
8. Биковський Я. Т. Порівняльний аналіз сучасного стану освітніх результатів учнів з фізики і математики: 2008–2018 рр. *Наукові записки НПУ імені М. П. Драгоманова : зб. наук. ст.* Київ: НПУ, 2019. Вип. СХLII (142). С. 32–43. (Серія «Педагогічні науки»).

9. *Большой энциклопедический словарь* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://vedu.ru/bigencdic/27054/>
10. Булах І. Є., Войтенко Л. П., Антоненко Ю. П. Моніторинг якості медичної освіти: міжнародний досвід. *Медична освіта*. 2018. № 3. С. 5–12.
11. Булах І. Є. *Особливості діагностування професійної компетентності викладачів* : [Електронний ресурс]. Режим доступу <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/139/125>
12. *Великий тлумачний словник сучасної української мови*. Ред. В. Т. Бусел. Ірпінь, 2007. 1736 с.
13. Вікторов В. Г. Атестація і акредитація закладів освіти в системі управління якістю / В. Г. Вікторов // *Мультиверсум. Філософський альманах*. К. : Центр духовної культури, 2004. № 43. С. 23.
14. Вікторов В. Г. *Управління якістю освіти (соціально-філософ. аналіз)* : монографія. Дніпропетровськ : Пороги, 2005. 286 с.
15. Єльнікова Г. В. *Атестація загальноосвітніх навчальних закладів в Україні: передумови, зміст, експеримент*. Науково-методичний посібник. Харків: Гімназія, 1999. 160 с.
16. *Закон України «Про освіту»* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>
17. *Закон України «Про позашкільну освіту»*: [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1841-14>
18. *ЗНО в Україні (історична довідка)* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://www.euroosvita.net/prog/print.php/prog/print.php?id=1128&-id=4392>
19. Ігнатенко Г. В. *Розвиток самостійності школярів у процесі трудового навчання (на прикладі уроків обслуговуючої праці)* : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : спец. 13.00.02 «Теорія та методика трудового навчання». Київ, 1999. 19 с.

20. *Контроль та оцінювання навчальних досягнень учнів початкової школи : метод. реком.* / [Авт. кол. Н. М. Бібік (кер.), О. Я. Савченко, Т. М. Байбара, М. С. Вашуленко та ін.]. Київ : Початк. школа, 2003. 128 с.
21. Кыверялг А. А. *Методы исследования в профессиональной педагогике.* Таллин : Валгус, 1980. 336 с.
22. Логинова Л. Г. *Методология управления качеством дополнительного образования детей.* Москва : АПКИППРО, 2005. 132 с.
23. Логинова Л. Г. *К проблеме независимости оценки качества в дополнительном образовании детей :* [Електронний ресурс]. Режим доступу
[//http://www.apkpro.ru/doc/1%20%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.%20%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9B.%D0%93..pdf](http://www.apkpro.ru/doc/1%20%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%203.%20%D0%9B%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%20%D0%9B.%D0%93..pdf)
24. Лукіна Т. О. *Моніторинг якості освіти: теорія і практика.* Київ : Вид. дім «Шкільний світ»; Вид. Л. Галіцина, 2006. С. 138.
25. *Методика і технології оцінювання діяльності загальноосвітнього навчального закладу: пос.* [Ляшенко О. І., Лукіна Т. О., Булах І. Є., Мруга М. Р.]. Київ : Педагогічна думка, 2012. 160 с.
26. Новиков Д. О. *Статистические методы в педагогических исследованиях (типовые случаи).* Москва : МЗ-Пресс, 2004. 67с.
27. *Освітня агенція міста Києва: статистика ЗНО–2016 :* [Електронний ресурс]. Режим доступу // https://zno-2016.monitoring.in.ua/stats_regions/not_passed/3/
28. *Офіційний звіт про проведення в 2016 році зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти :* [Електронний ресурс]. Режим доступу http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/ZVIT_ZNO_2016_Tom_2.pdf
29. *Офіційний звіт про проведення в 2017 році зовнішнього незалежного*

- оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти : [Електронний ресурс]. Режим доступу http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/08/ZVIT_ZNO_2017_Tom_2.pdf
30. *Офіційний звіт про проведення в 2018 році зовнішнього незалежного оцінювання результатів навчання, здобутих на основі повної загальної середньої освіти* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2018/08/ZVIT-ZNO_2018-Tom_2.pdf
31. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання знань випускників загальноосвітніх навчальних закладів України в 2008 р.* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2008.pdf>
32. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання знань випускників загальноосвітніх навчальних закладів України в 2009 р.* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2009.pdf>
33. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання знань випускників загальноосвітніх навчальних закладів України в 2010 році* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2010.pdf>
34. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів у 2011 р.* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2011.pdf>
35. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів у 2012 р.* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2012.pdf>
36. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання*

- навчальних досягнень випускників загальноосвітніх навчальних закладів у 2013 р.* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2013.pdf>
37. *Офіційний звіт про проведення зовнішнього незалежного оцінювання навчальних досягнень осіб, які виявили бажання вступати до вищих навчальних закладів України в 2014 році* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // http://testportal.gov.ua/wp-content/uploads/2017/01/Report2014_Tom_1.pdf
38. *Офіційні звіти Українського центру оцінювання якості освіти* : [Електронний ресурс]. Режим доступу <http://testportal.gov.ua/ofzvvit/>
39. Поташник М. М. *Управление качеством образования*. Москва : Пед. о-во, 2000. 441с.
40. Поташник М. *Управление развитием школы: пособие для руководителей образовательных учреждений*. Москва : Новая школа, 1995. 464 с.
41. Самылкина Н. Н. *Современные средства оценивания результатов обучения*. Москва : БИНОМ, 2007. 172 с.
42. Сисоєва С. О. *Основи педагогічної творчості* : підруч. Київ: Міленіум, 2006. 346 с.
43. *Философский словарь*. Под ред. И. Т. Фролова. 7-е изд., перераб. и доп. Москва: Республика, 2001. 719 с.
44. *Якість освіти* : [Електронний ресурс]. Режим доступу // <https://mon.gov.ua/ua/tag/yakist-osviti>
45. *Якість освіти та сучасні особливості організації її моніторингу*. [Г. Михайлишин, О. Кондур, І. Червінська]. *Гірська школа Українських Карпат*. 2016. № 15. С. 119–123.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано стан діяльності закладів позашкільної освіти, фізико-математичних гуртків у теорії, історії та педагогічній практиці та визначено важливість і нагальність питання.

З'ясовано, що вагомість і актуальність дослідження обумовлені необхідністю пошуку нових підходів до діяльності гуртків закладів позашкільної освіти, визначенням педагогічних умов її ефективності у зв'язку із прийняттям нового Закону України «Про освіту», що законодавчо закріплює позашкільну освіту як невід'ємний складник системи освіти, та внесенням змін до Закону України «Про позашкільну освіту».

Узагальнено нормативно-правові документи, історико-теоретичні підходи та педагогічну практику, які свідчать, що у сучасних умовах фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти є складовою системи позашкільної освіти, діяльність яких спрямована на розвиток особистості у процесі вивчення фізики, математики, науки та технології.

Фізико-математичні гуртки закладів позашкільної освіти є організаційною формою позашкільної освіти і в залежності від змісту навчання належать до науково-технічного або дослідницько-експериментального напрямів позашкільної освіти основного та/або вищого рівнів.

Визначено, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це умови, які визначають особливості організації освітнього процесу фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти й впливають на досягнення освітніх результатів учнів.

2. Розкрито структуру педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти з позиції системного підходу.

Встановлено, що педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти мають 5-компонентну структуру, яка

включає такі компоненти: нормативний (наявність нормативно-правових актів), освітній (зміст і особливості формування освітнього процесу), кадровий (забезпечення висококваліфікованими педагогічними кадрами), інформаційний (належне навчально-методичне забезпечення), матеріально-технічний (наявність фінансової і матеріально-технічної бази).

3. Охарактеризовано STEM-підхід як педагогічну умову діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

Визначено, що у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти важливим є використання сучасних підходів, серед яких виокремлено STEM-підхід.

У процесі дослідження встановлено, що STEM-підхід у діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти – це підхід, що базується на включенні науки, технології, фізики та математики в освітній процес фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти.

4. Визначено педагогічні умови ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі STEM-підходу.

Основними принципами STEM-підходу в діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти встановлено міждисциплінарність, інтеграцію, доступність, практичність, візуалізацію.

Виявлено, що у педагогічних умовах ефективної діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти на основі застосування STEM-підходу в освітньому процесі необхідним є врахування 4-х змістових ліній: «Science / Наука», «Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика».

5. Експериментально перевірено ефективність педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти за запропонованою нами методикою оцінки освітніх результатів.

Унаслідок проведеного формувального етапу експерименту рівень освітніх результатів учнів у експериментальній групі порівняно з контрольною підвищився за всіма визначеними критеріями. Достовірність

отриманих результатів підтверджена за допомогою методів статистичної обробки даних (критерій Крамера-Уелча та критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні).

Одержані у процесі експериментального дослідження результати підтвердили правомірність вихідних положень і свідчать про ефективність розроблених педагогічних умов.

Водночас, проведене наукове дослідження не претендує на повне вирішення досліджуваної проблеми. Важливими залишаються питання подальшого вивчення іноземного досвіду діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, науково-методичного забезпечення тощо.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 імені М. П. ДРАГОМАНОВА
 01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9
 Телефон 239-30-33

29-05-2019 № 01-10/1029
 На № _____

Д О В І Д К А

про впровадження в педагогічну практику результатів
 дисертаційного дослідження Биковського Ярослава Тимуровича
 “Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків
 закладів позашкільної освіти”

Прийняття у 2017 р. Закону України «Про освіту», подальше оновлення нормативно-правової бази стають одними з факторів необхідності розробки сучасних науково-педагогічних підходів до діяльності закладів освіти. Важливе місце в системі освіти належить позашкільній освіті, закладам позашкільної освіти, основною метою яких є розвиток здібностей дітей та молоді у сфері освіти, науки, культури, творчості тощо. Відповідно дисертаційне дослідження Биковського Ярослава Тимуровича “Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти” є актуальним і важливим у сучасних умовах.

Згідно теми дослідження, Биковським Я. Т. було запропоновано прогресивні ідеї щодо організації та реалізації в фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти. Зокрема, розроблений дисертантом зміст навчання, який базується на застосуванні STEM-підходу з використанням інформаційної системи навчання у фізико-математичних гуртках закладів позашкільної освіти.

Варто відзначити, що даний підхід знайшов відображення у навчально-методичних виданнях, зокрема, навчальній програмі фізико-математичного гуртка, яка рекомендована Міністерством освіти і науки України.

Биковський Я. Т. результати дослідження апробував у процесі систематичної наукової, педагогічної і методичної роботи. Зокрема, експериментальну перевірку і впровадження запропонованих ним педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти проводив на базі закладів вищої і позашкільної освіти. Матеріали наукового дослідження, опубліковані в навчальних та наукових виданнях широко використовуються в роботі закладів освіти, і дають позитивні результати.

Отже, можна стверджувати, що результати досліджень Биковського Я. Т. мають теоретичне і практичне значення та впроваджені у науково-педагогічну практику.

Ректор



акад. В. П. Андрущенко



УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ СВЯТОШИНСЬКОЇ РАЙОННОЇ
У М. КИЄВІ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ

**ЦЕНТР ПОЗАШКІЛЬНОЇ РОБОТИ
СВЯТОШИНСЬКОГО РАЙОНУ м. КИЄВА**

Україна, 03162, м. Київ, вул. Л. Курбаса, 7-Г. Тел. 405-10-66

“ 03 ” *серпень* 2019 р.
№ *117*

ДОВІДКА

**про впровадження у педагогічну практику результатів
дисертаційного дослідження Биковського Ярослава Тімуровича
з теми “Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків
закладів позашкільної освіти України”**

Підвищення якості позашкільної освіти зумовлене прийняттям нового Закону України «Про освіту», вимагають розробки сучасних науково-педагогічних підходів до діяльності закладів позашкільної освіти, гуртків, які у них працюють. Актуальність і важливість дисертаційної роботи Биковського Ярослава Тімуровича обумовлені розробкою педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти України.

Биковський Я. Т. апробацію і практичне впровадження результатів дослідження протягом багатьох років здійснював на базі Центру позашкільної освіти Святошинського району м. Києва у якості керівника гуртка. Особливу увагу заслуговує розроблені ним педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. Застосування даних умов сприяло підвищенню освітніх результатів учнів фізико-математичних гуртків.

Ярослав Тімурович неодноразово виступав на конференціях, семінарах, круглих столах з питань позашкільної освіти. Навчальна програма для фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, підготовлена Биковським Я. Т., схвалена і ефективно використовується в освітньому процесі.

У цілому є всі підстави зробити висновок, що результати дисертаційного дослідження Биковського Я. Т. мають практичне значення і впроваджено у педагогічну практику фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти України.

Директор



Н. І. Савенко

КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ХАРКІВСЬКИЙ ПАЛАЦ
ДИТЯЧОЇ ТА ЮНАЦЬКОЇ ТВОРЧОСТІ
ХАРКІВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

пр. Тракторобудівників, 55, м. Харків, 61153
тел. (факс) 62-50-65, тел. 725-03-03, 725-03-06
E-mail: dvorec@kharkivosvita.net.ua
Код ЄДРПОУ 22684588

КОМУНАЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ХАРЬКОВСКИЙ ДВОРЕЦ
ДЕТСКОГО И ЮНОШЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА
ХАРЬКОВСКОГО ГОРОДСКОГО СОВЕТА
ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»

пр. Тракторостроителей, 55, г. Харьков, 61153
тел. (факс) 62-50-65, тел. 725-03-03, 725-03-06
E-mail: dvorec@kharkivosvita.net.ua
Код ЄГРПОУ 22684588

11.06.2019 № 01-16/185

на _____ від _____

ДОВІДКА

**про впровадження у педагогічну практику результатів
дисертаційної роботи Биковського Ярослава Тімуровича
з теми: “Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків
закладів позашкільної освіти”**

Сучасний розвиток позашкільної освіти, обумовлений інтеграцією в європейський та світовий освітній простір потребує опрацювання інноваційних підходів. Україна, як високорозвинута європейська держава з традиціями і високими досягненнями у галузі позашкільної освіти, не залишається осторонь цих питань. Таким чином, проведення дисертаційної роботи Биковським Ярославом Тімуровичем з теми: “Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти” є вагальним питанням сьогодення.

Слід відмітити, що актуальність теми дослідження з одного боку зумовлена змінами у нормативно-правовому забезпеченні позашкільної освіти, зокрема розробкою і прийняттям нового Закону України «Про освіту», з іншого – викликами, які стоять перед закладами позашкільної освіти і гуртками, що в них працюють.

Апробація результатів дослідження Биковським Я. Т. здійснювалася у процесі педагогічної діяльності, шляхом презентації наукових і педагогічних напрацювань у галузі позашкільної освіти, роботи фізико-математичних гуртків.

Привертає увагу розробка і впровадження в роботу науково-технічних гуртків і дослідницько-експериментальних закладів позашкільної освіти сучасних підходів, серед яких особлива увага приділена STEM-підходу.

Постійна участь Биковського Я. Т. у конференціях, семінарах та інших заходах з позашкільної освіти також сприяли апробації результатів дослідження.

Отже, результати дисертаційної роботи Биковського Я. Т. мають практичне значення і впроваджені у педагогічну практику позашкільної освіти.

Директор
комунального закладу
«Харківський Палац дитячої
та юнацької творчості
Харківської міської ради
Харківської області»



Боровська

С. В. Боровська



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР «МАЛА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ»

вул. Дегтярівська, 38-44, м. Київ, 04119, тел./факс 489-55-99, <http://man.gov.ua>, e-mail: man@man.gov.ua

від 11.06.2019 № 172/11/51-513
на від _____ № _____

ДОВІДКА

**про впровадження у педагогічну практику результатів
дисертаційного дослідження Биковського Ярослава Тімуровича
з теми «Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків
закладів позашкільної освіти»**

Розвиток інформаційних технологій, сучасний науково-технічний прогрес потребують розробки і впровадження інноваційних підходів в освіті та науці.

Позашкільна освіта як невід'ємний складник освіти, основною метою якої є розвиток здібностей дітей та молоді у сфері освіти, науки, культури, фізичної культури і спорту, технічної та іншої творчості тощо потребує модернізації і удосконалення педагогічних умов діяльності закладів позашкільної освіти. Цим актуальним питанням і присвячено дисертаційне дослідження Биковського Ярослава Тімуровича з теми «Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти».

Биковський Я. Т., опрацьовуючи проблему наукового дослідження, запропонував продуктивні ідеї для організації та реалізації в дослідницько-експериментальному та науково-технічному напрямках позашкільної освіти. Слід відмітити, що Ярослав Тімурович став переможцем III етапу Всеукраїнського конкурсу-захисту науково-дослідницьких робіт учнів-членів Малої академії наук України у 2012 році (наказ Міністерства освіти і науки, молоді і спорту України від 25.05.2012 р. № 626).

Особливої уваги заслуговує впровадження STEM-підходу як сучасного підходу до діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти. Розроблений дисертантом зміст навчання знайшов відображення у навчальній програмі фізико-математичного гуртка, яка у збірнику навчальних програм з позашкільної освіти рекомендована Міністерством освіти і науки України.

Впровадженню результатів дисертаційного дослідження Биковського Я. Т. сприяли виступи на науково-практичних конференціях, семінарах, "круглих столах" за участю педагогічних працівників закладів позашкільної освіти, керівників органів управління освітою тощо.

Биковський Я. Т. неодноразово брав участь у заходах Малої академії наук України.

Матеріали наукового дослідження, опубліковані в навчальних та наукових виданнях, використовуються в роботі закладів позашкільної освіти і дають позитивні результати.

На підставі вищезазначеного констатуємо, що наукові ідеї, запропоновані Биковським Я. Т. впроваджено в позашкільній освіті, діяльності гуртків закладів позашкільної освіти.

Директор Національного центру
“Мала академія наук України”



доц. О. В. Лісовий



ЦЕНТР НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ МОЛОДІ «СФЕРА»
ОБОЛОНСЬКОГО РАЙОНУ МІСТА КИЄВА

пр-т Героїв Сталінграда, 18, м. Київ, 04210, тел/факс: (044) 412-0682, email: cnttm@sfera.org.ua
КОД ЄДРПОУ 22878111

11 червня 2019 року № 32

на № _____ від _____

Д О В І Д К А

**про впровадження у педагогічну практику результатів
дисертаційного дослідження Биковського Ярослава Тімуровича
«Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків
закладів позашкільної освіти»**

Дослідження Я. Т. Биковського «Педагогічні умови діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти» є вельми своєчасним і необхідним. Важливість його проведення диктується вагомістю позашкільної освіти для розвитку дитини, суспільства, держави й викликами, що стоять в умовах сьогодення.

Концептуальні положення щодо педагогічних умов діяльності фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти, запропоновані Биковським Я. Т., мають як теоретичну, так і практичну значущість. Серед них, важливе значення має запропонований у змісті навчання учнів фізико-математичних гуртків закладів позашкільної освіти STEM-підхід, що включає чотири змістові лінії: «Science / Наука», «Technology / Технології», «Engineering / Фізика», «Mathematics / Математика». Даний підхід знайшов відображення у навчальній програмі фізико-математичного гуртка закладів позашкільної освіти.

Положення і результати наукового дослідження Биковського Я. Т. також апробувалися і впроваджувалися на науково-практичних конференціях, педагогічних читаннях, семінарах тощо.

Таким чином, результати дисертаційного дослідження Биковського Ярослава Тімуровича мають практичне значення і впроваджено у педагогічну практику закладів позашкільної освіти України.

Директор



Олександр ТИХОПІЙ