

РОЗВИТОК КОГНІТИВНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ УЧНІВ У НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНОМУ ПРОЦЕСІ ЗНЗ ЗАСОБАМИ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Андрій Гуралюк¹, Олександр Митник², Євген Сидоркін³

Abstract. У статті розкрито зміст поняття «когнітивна компетентність», складові названої компетентності; охарактеризовано організаційно-методичне забезпечення розвитку когнітивної компетентності у навчально-виховному процесі загальноосвітнього навчального закладу засобами інформаційно-комп'ютерних технологій. Представлено онтологію та хмарний сервіс Microsoft Office 365 як приклади інформаційно-комп'ютерних технологій. Презентовано техніку побудови онтології, наведено приклади побудови технологій учнями і вчителями. Розкрито зміст інтегрованого уроку з циклу природничих дисциплін з використанням хмарного сервісу Microsoft Office 365. Проаналізовано можливості використання названих інформаційно-комп'ютерних технологій у навчально-виховному процесі будь-якого закладу загальної середньої освіти.

Ключові слова: когнітивна компетентність, онтологія, онтограф, пірамідальна мережа, хмарний сервіс Microsoft Office 365.

Abstract. The content of the notion "cognitive competence" and its components is disclosed in the article; the organizational and methodical provision of development of cognitive competence in the educational process of a comprehensive educational institution by means of information and computer technologies is characterized. The ontology and cloud service of Microsoft Office 365 are presented as examples of information and computer technologies. The technique of ontology construction is presented, examples of technology development by students and teachers are presented. The contents of an integrated lesson from the natural sciences cycle using the Microsoft Office 365 cloud service are revealed. The author analyses the possibilities of using the named information and computer technologies in the educational process of any institution of secondary education.

Key words: cognitive competence, ontology, ontograph, pyramidal network, Microsoft Office 365 cloud service.

¹Старший науковий співробітник відділу створення та використання інтелектуальних мережних інструментів МАН України, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник. ss_variant@bigmir.net

²Доктор педагогічних наук, професор, завідувач кафедри практичної психології факультету педагогіки і психології Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. alexandr_m_2016@i.ua

³Заступник директора з НВР спеціалізованої школи №304 м. Києва, вчитель фізики, вчитель — методист. phizik07@ukr.net

Актуальність дослідження

Основною метою освіти сьогодення є формування і подальший розвиток надпредметних та спеціально предметних компетентностей. Експерти країн Європейського Союзу визначають поняття «компетентність» як «здатність застосовувати знання і уміння у нових ситуаціях» (Eurymice, 2002). У публікаціях ЮНЕСКО зміст поняття «компетентність» характеризується як «поєднання знань, умінь, цінностей і ставлень, які застосовуються у повсякденні» (Rychen & Tiara, 2004). Аналіз наведених визначень дозволив охарактеризувати компетентність як здатність ефективно застосовувати знання і уміння як у запланованих, так і у непередбачених навчальних та життєвих ситуаціях. Основою надпредметних (ключових) компетентностей є, на нашу думку, когнітивна компетентність. Розвиток названої компетентності має забезпечити успіх у формуванні і подальшому розвитку спеціально предметних компетентностей. В основі когнітивної компетентності знаходяться сформовані когнітивні механізми щодо здійснення процесу пізнання. Названий процес щодо обробки, відтворення інформації, появи нової інформації досліджували американські психологи Джордж Міллер та Ульрік Найссер. Так, Джордж Міллер займався моделюванням мислення за допомогою комп'ютерних програм, застосовував теорію інформації і статистичні методи для дослідження того, як людина переробляє інформацію в процесі навчання, робить певні висновки [7]. У педагогічних дослідженнях поняття «когнітивна компетентність» розглядається як форма «існування знань, умінь, освіченості в цілому, яка призводить до особистісної самореалізації» [3]; як «інтегральна якість особистості, що забезпечує її прагнення і готовність реалізувати свій потенціал» [2].

Засобом забезпечення системного засвоєння учнями великих за обсягом пластів інформації є метод інформаційного моделювання предметних областей на базі багатомірних тезаурусів, запропонований О. Стрижаком [4]. Використання названого методу допомагає вчителю зберігати ресурси часу та інформації на уроці. Проте, недостатньо досліджено реалізацію системного підходу щодо розвитку когнітивної компетентності учнів на уроках з дисциплін як гуманітарного, так і природничо-математичного циклів засобами інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ).

Метою статті є презентація змісту когнітивної компетентності учнів та організаційно-методичного забезпечення її розвитку у навчально-виховному процесі загальноосвітнього навчального закладу засобами інформаційно-комп'ютерних технологій (ІКТ).

Методи дослідження. Було використано такі методи дослідження: теоретичний аналіз наукової літератури з метою з'ясування стану досліджуваної проблеми; моделювання, з метою опису техніки побудови онтології; аналіз продуктів дитячої творчості.

Виклад основного матеріалу дослідження

На нашу думку, *когнітивна компетентність* — це інтегративне утворення, за допомогою якого відбувається пізнання об'єктивного сві-

ту, самого себе і, як наслідок, генерація нових ідей, створення нових продуктів у певній галузі пізнання. Складовими інтегративного утворення є: знання у вигляді гнучких систем, придатних для застосування у різноманітних навчальних і життєвих ситуаціях, як інструмент пізнання об'єктивного світу; розвинені *інтелектуальні уміння*, які забезпечують здатність успішно здійснювати загальні розумові дії (аналіз, синтез, порівняння, аналогія, класифікація й систематизація понять і фактів), встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, виділяти з потоку інформації головне і другорядне, і, як наслідок, робити обґрунтовані висновки. Названі уміння є підґрунтям уміння розмірковувати і планувати свої дії на декілька кроків уперед. На нашу думку, уміння планувати свої дії на декілька кроків уперед у пізнавальній діяльності передбачає добре знання навчального матеріалу, встановлення зв'язків між новим та раніше засвоєним, розвинуту уяву, вміння абстрагувати. Уміння розмірковувати пов'язане з умінням бачити проблему і усвідомлювати її; можливістю застосовувати раніш засвоєні (відомі) способи розв'язання проблеми у новій учбовій чи життєвій ситуації (переніс, підбір і аналіз фактів, знаходження зв'язків нового з тим, що засвоєно раніш тощо); висувати припущення щодо розв'язання проблеми; обґрунтовувати і доводити висунуті припущення. Виходячи з вище зазначеного, можна стверджувати, що уміння планувати свої дії на декілька кроків уперед та уміння розмірковувати пов'язані з рефлексією, а саме здатністю здійснювати самоконтроль у пізнавальній діяльності та оцінку досягнутого.

Саме названі складові є інструментом «відкриття» для себе нової інформації, яка є не механічним зібранням розрізнених частин, а чіткою системою взаємопов'язаних компонентів. Свідомо здобута таким чином інформація є підґрунтям успіху у навчальній діяльності, а потім — і професійній, стартом для створення об'єктивної новизни у певній галузі пізнання.

Когнітивну компетентність можна розвивати як на уроках з дисциплін гуманітарного, так і природничо-математичного циклів, створюючи онтології (опис системи знань певного розділу (теми) предметної галузі) та використовуючи хмарний сервіс Microsoft Office 365. Охарактеризуємо названі інформаційно-комп'ютерні технології.

Створюючи онтології, учні набувають вміння управляти інформаційними потоками, а саме: відбувається отримання інформації, її обробка, аналіз, перетворення (встановлення, наприклад, нових зв'язків).

Концептуальна модель предметної області або онтологія складається з графу (ієрархії понять) предметної області, зв'язків між ними і законів, які діють в рамках цієї моделі [1]. Побудова ієрархії понять є складним інтелектуальним процесом. Учневі треба дібрати необхідні поняття розділу (теми) певної навчальної дисципліни, визначити кожне поняття через підбір найближчого родового поняття і формулювання видової відмінності. Потім необхідно визначити семантичні зв'язки між поняттями певного інформаційного простору. І, врешті-решт, побудова семантичної мережі зв'язків понять. Пошук зв'язків між поняттями пов'язаний із кропіткою роботою із спеціальною літературою: підручниками, посібниками, тлумачними словниками.

Для побудови онтологій можна використати Web-додаток Graph Editor розташований за адресою <http://editor3.inhost.com.ua>. Формалізоване представлення предметної області представляється у вигляді мережевого графу. Терміни/поняття (об'єкти предметної області) описуються набором ознак або формують класи більш широких понять (класи об'єктів предметної області) за поданою нижче схемою в середовищі MS Excel.

Опис термінів/понять предметної області (об'єктів графу) набором ознак

Поняття А (спільна ознака α) ознака 1А, ознака 2А, ознака 3А, ..., ознака nА

Поняття В (спільна ознака β) ознака 1В, ознака 2В, ознака 3В, ..., ознака kВ

.....
Поняття Z (спільна ознака ω) ознака 1Z, ознака 2Z, ознака 3Z, ..., ознака mZ

Терміни (поняття) предметної області, занесені до першого стовпчика таблиці, відповідають батьківським вершинам графа, імена спільних ознак з другого стовпчика — назвам зв'язків між вершинами, імена ознак з решти стовпчиків — дочірнім вершинам графу.

Різні поняття, можуть мати спільні ознаки. В такому випадку Graph Editor створює проміжні (неозначені) вершини, наявність яких означає утворення нових, раніше невідомих, понять предметної області (рис. 1).

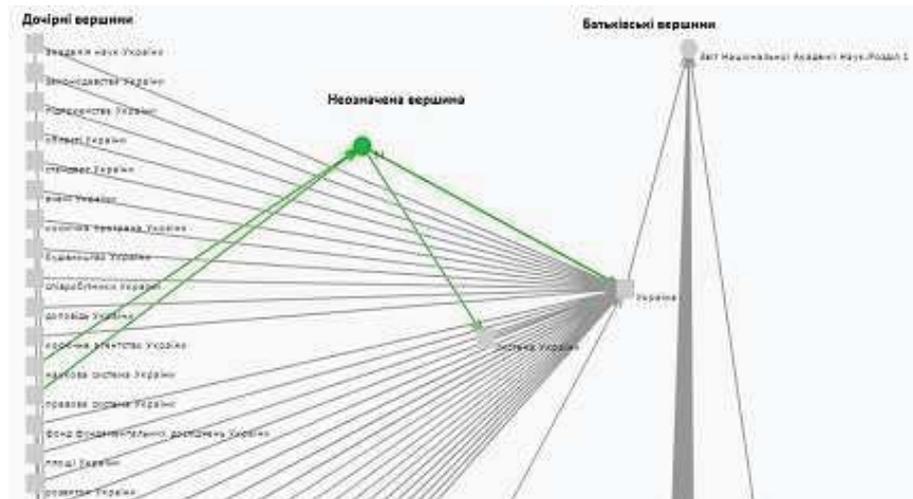


Рис. 1. Створення неозначеної вершини

Класифікація термінів/понять предметної області (об'єктів графу) за спільними ознаками (по класах об'єктів графу)

Клас об'єктів А (спільна ознака α) об'єкт 1А, об'єкт 2А, об'єкт 3А, ..., об'єкт nА

Клас об'єктів В (спільна ознака β) об'єкт 1В, об'єкт 2В, об'єкт 3В, ..., об'єкт kВ

.....
Клас об'єктів Z (спільна ознака α) об'єкт 1Z, об'єкт 2Z, об'єкт 3Z, ..., об'єкт mZ

Імена об'єктів, занесені до першого стовпчику таблиці, відповідають батьківським вершинам графа, імена спільних ознак з другого стовпчика — назвам зв'язків між вершинами, імена об'єктів з решти стовпчиків — дочірнім вершинам графу (рис.2).

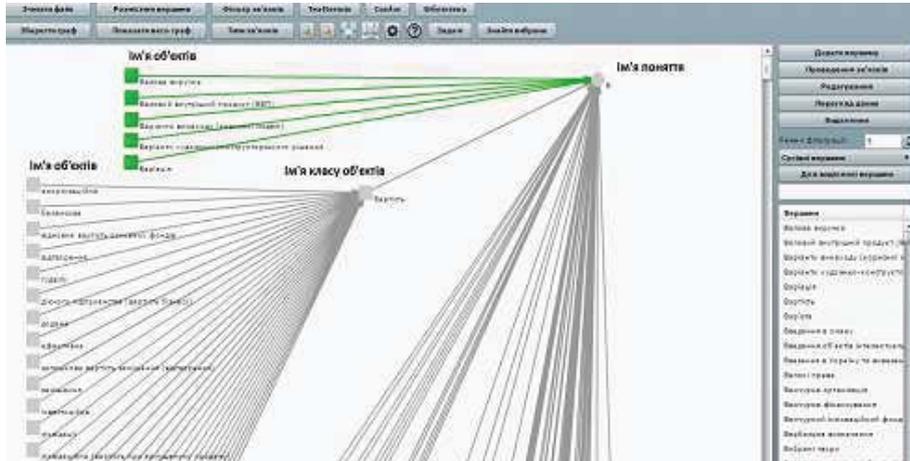


Рис.2. Структура онтографу

Таким чином ми отримуємо можливість побудови предметної онтології, яка описуватиме когнітивну схему (рис.3).

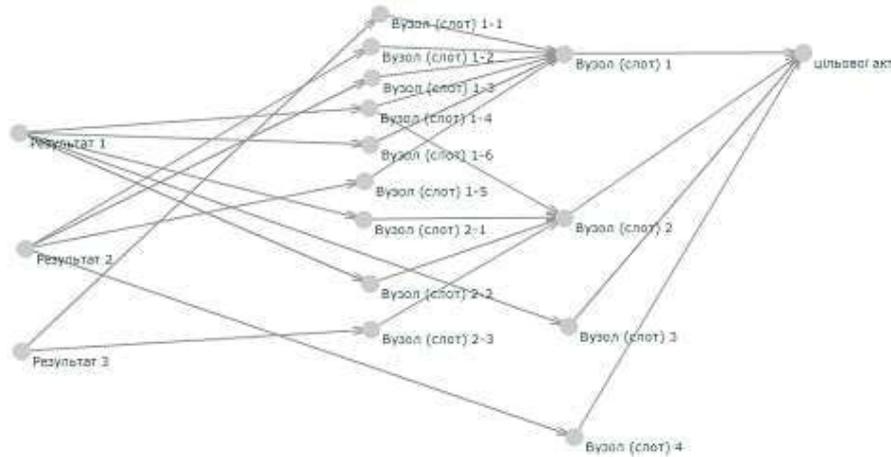


Рис. 3. Онтограф когнітивної схеми

Отже, онтологічний граф описує визначений набір суб'єктів, між якими існує визначена мережева взаємодія, зумовлена сукупністю інформаційних процесів, що її складають. Такі суб'єкти можуть бути представлені у вигляді функціональних вузлів, між якими взаємодія реалізується на основі використання їх множинної зв'язності [8, 9], що визначає її як відкрите мережецентричне середовище [5, 6]. Тоді ефективність взаємодії між просторово розподіленими структурами у мережецентричному середовищі забезпечується за рахунок стійкої й постійно прогресивно зростаючої зв'язності між контекстами об'єктів, які визначають певну функціональність і складають структуру її вузлів.

Цікавою для учнів і такою, що має потужний розвивальний характер є, запропонована нами, візуалізація графічного інтерфейсу у вигляді призми, приклад якої можна побачити за адресою <http://e-devel.inhost.com.ua/prism/?sharedgraph=G5a1160d72d3b6>.

Пірамідальна мережа може мати необмежену кількість граней. Для управління доступом до різних граней використовується консоль управління, відображена на рис. 4 зліва. Групи об'єктів відображаються на гранях, швидкий вибір може бути здійснений за допомогою навігатора на нижній грані (рис.5)

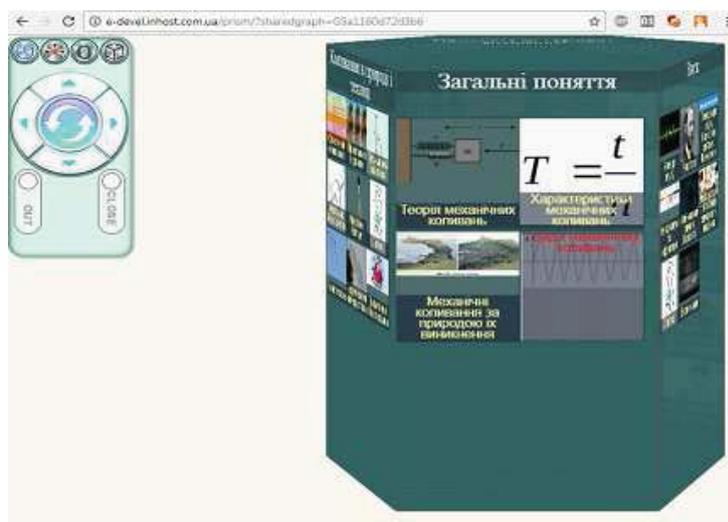


Рис 4. Реалізація графічного інтерфейсу у вигляді призми

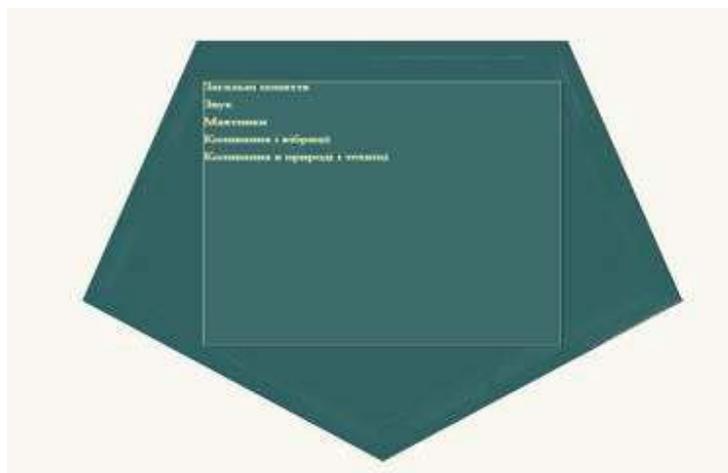


Рис 5. Навігатор при призматичному відображенні онтології

Так, наприклад, можна дати учням завдання із створення призми, пов'язаної з розв'язанням певної задачі. Одна грань (вершина графа) буде умова, друга — апарат розв'язання (формули). Третя — розв'язок. Четверта — життєві ситуації, де може знадобитись вміння розв'язувати такі задачі.

З метою забезпечення розвитку когнітивної компетентності вчителя триває процес створення онтологій уроків з різних навчальних дисциплін системи загальної середньої освіти. Так, за адресою <http://prism.inhost.com.ua/index.html?file=dc\%2FUroki-fizika10k.xml> знаходиться онтологічна призма (автор призми Кальної С.П.), яка відображає онтологію, що складається із уроків фізики для 10 класу загальноосвітнього навчального закладу (рис.6).



Рисунок 6. Онтологічна призма: «65 уроків фізики, 10 клас»

Дана призма є візуалізацією онтографа, фрагмент якого показаний на рисунку 7. Центральною вершиною (нульового порядку) є шкільний навчальний курс 10 класу. Вершини першого порядку являють собою основні теми курсу, а вершини другого порядку — навчальні заняття, що проводяться в межах цих тем. Кожна вершина містить описову інформацію (необмежену в розмірі) — контекст (рисунки 8). Контекст може містити малюнки, графіки, відеофільми тощо. Контекст не є замкненою системою — за допомогою гіперпосилань з нього можуть бути здійснені переходи на незв'язані джерела інформації.

За допомогою редактора онтологій, що має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс та детальне описання, вчитель може створювати нові уроки, або із готового набору уроків може згрупувати новий. Існує можливість вилучити з уроку певну тему або додати її чи редагувати на власний розсуд. Таким чином, за мінімального навику, підготовка до уроку займає лічені хвилини. Побудова ж окремої онтології утворює так звану «капсулу знань», у якій сконцентровані відомості не тільки з конкретного питання, а і з іншими даними, визначеними конструктором призми та із вказаними взаємозв'язками.



Рисунок 7. Фрагмент онтологічного графу: «65 уроків фізики, 10 клас»

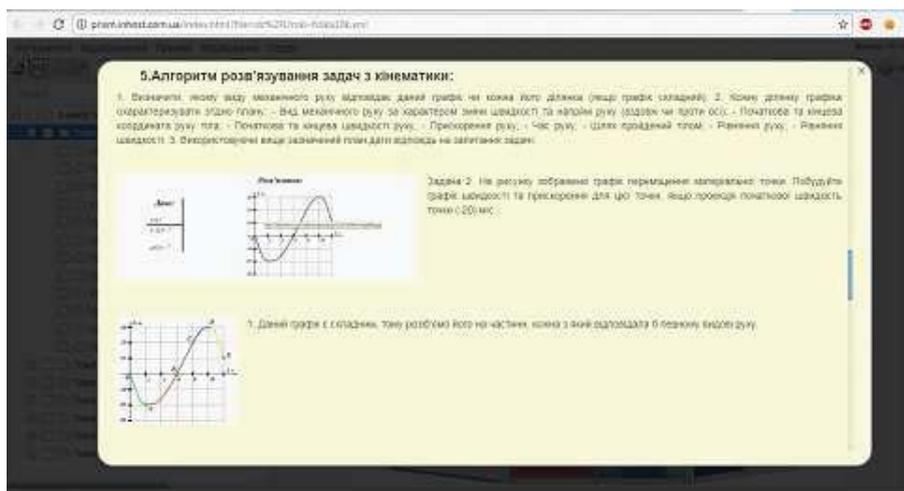


Рисунок 8. Контекст деякої вершини

Представлену таким чином візуалізацію об'єктної онтології ми пропонуємо використовувати за основу інтерфейсу різноманітних об'єктів (електронних підручників, каталогів, web-ресурсів, довідників тощо).

Потужним засобом розвитку когнітивної компетентності учнів є використання хмарного сервісу Microsoft Office 365. Для освіти цей сервіс стає доступним у всьому світі, в тому числі й в Україні. Інструменти для спільної роботи дають вчителям можливість забезпечувати освітній процес із будь-якого місця та будь-якого пристрою, використовуючи хмарну електронну пошту, календарі, портал та інструменти для відео-зустрічей. Office 365 для освіти включає звичайний Office — пошту Outlook, програми Word, Excel, PowerPoint, OneNote, а також комунікатор для обміну по-

відомленнями та онлайн-зустріччєй Microsoft Lync та портал для спільної роботи SharePoint.

Одним з прикладів використання названого сервісу є проведення інтегрованих уроків з циклу природничих дисциплін. Учні однієї паралелі знаходяться в різних кабінетах — фізики, хімії, біології. Перед ними ставиться задача: необхідно з різних точок зору (фізичної, біологічної, хімічної) розглянути одну проблему та представити рішення у вигляді презентації, яка створюється в хмарному сервісі Prezi (Presentation Software, Online Presentation Tools) <https://prezi.com>, доступ до якої одночасно мають учні з різних точок. Співпраця між учасниками даного проекту відбувається через систему безкоштовного он-лайн відео-аудіо-текстового зв'язку Lync.

Наведемо приклад такого інтегрованого уроку, який було проведено у 9-му класі спеціалізованої школи №304 м. Києва, основною метою якого є усвідомлення учнями засобів щодо охорони навколишнього середовища. У ході уроку учні усвідомлюють теми з біології, хімії, фізики, а саме:

- 1) Біологія. Розділ «Надорганізові біологічні системи», тема уроку: «Стабільність екосистем та причини її порушення. Біосфера як цілісна система. Захист і збереження біосфери»;
- 2) Хімія. Розділ «Початкові поняття про органічні сполуки», тема уроку: «Значення природних і синтетичних органічних сполук. Захист довкілля від стійких органічних забруднювачів»;
- 3) Фізика. Розділ «Рух і взаємодія. Закони збереження», тема уроку: «Еволюція фізичної картини світу. Вплив фізики на суспільний розвиток та науково-технічний прогрес».

У ході проблемно-пошукових діалогів у підсистемах: «учитель-учні», «учень-учень» учні визначають фізичні параметри безпечної життєдіяльності людини за довідниковими джерелами, усвідомлюють значення вуглеводневої сировини в енергетиці; природних і синтетичних органічних сполук; усвідомлюють моральну та соціальну відповідальність за наслідки вживання алкогольних напоїв; необхідність збереження довкілля для майбутніх поколінь, висловлюють судження щодо значення органічних речовин у суспільному господарстві, побуті, харчуванні, охороні здоров'я тощо; захисту довкілля від стійких органічних забруднювачів. Учні також усвідомлюють необхідність екологічно виваженого використання досягнень сучасної фізики для суспільного розвитку, вплив цього процесу на життя та майбутнє існування людей на Землі; визначають причинно-наслідкові зв'язки у взаємодії людини, суспільства і природи, орієнтуються на розуміння антропічного впливу на природні екосистеми, значення колообігу речовин у збереженні екосистем, роль заповідних територій у збереженні біологічного різноманіття, рівноваги в біосфері; налаштовуються на дотримання екологічної культури в повсякденному житті, участь у природоохоронній діяльності дотримання громадянської позиції в галузі збереження довкілля; з точки зору підприємливості та фінансової грамотності орієнтуються на усвідомлення відмінностей між природними та штучними екосистемами за показниками продуктивності й ефективності; усвідомлюють економічні оцінки природних екосистем та антропічного впливу на них; на-

слідки антропогенного впливу на природні екосистеми для здоров'я людини; формується активна громадянська позиція в галузі збереження довкілля як одного з напрямів боротьби за здоров'я.

З метою розвитку когнітивної компетентності в учнів системними адміністраторами спеціалізованої школи №304 м. Києва було створено відокремлену мережу «Наука», за допомогою якої приєднано кабінети, в яких проходять уроки з дисциплін природничо-математичного циклу, до спеціального серверу, в якому наявна база відеоматеріалів, флеш анімацій, наукових відеофільмів, учнівських наукових робіт МАН тощо. Це дає можливість якісно використовувати мережеві ресурси при викладанні предметів природничо-математичного циклу. Так, при вивченні у 9 класі теми «Атомне ядро. Ядерна енергетика» вчитель стикається з проблемою недостатньої бази обладнання для проведення експериментів, лабораторних робіт щодо вивчення треків заряджених часток природного радіоактивного фону у дифузійній камері. Тепер для цього достатньо, маючи мережеві ресурси, приєднатись до Інтерактивного кабінету за адресою <http://manlab.inhost.com.ua/online.html> знайти необхідний розділ «Експеримент on-line» і мати можливість в реальному часі спостерігати дане природне явище. При цьому даний інтерактивний майданчик надає можливість, зареєструвавшись, замовляти необхідні експерименти.

Описана вище робота здійснювалася у межах експериментального дослідження всеукраїнського рівня на тему: «Оптимізація інформаційних мережевих ресурсів для забезпечення експериментальної діяльності учнів при вивченні природничих наук» відповідно до наказу Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 02.08.2011 №921. Дослідження здійснювалося на базі спеціалізованої школи №304 м. Києва. Головним результатом дослідження вважаємо збільшення кількості учнів — переможців різноманітних конкурсів, олімпіад всеукраїнського та міжнародного рівня, а саме: Всеукраїнський етап міжнародного конкурсу ІнтелЕко (2016 р.) — 2 переможці, яких запрошено на міжнародний конкурс GENIUS Olympiad представляти Україну в м. Освего (США); Міжнародні інженерні змагання BEST (2015 р.); Всеукраїнська олімпіада LegoRobotica, переможці в номінації «Найяскравіша дизайнерська концепція».

Описану вище роботу можна здійснювати у звичайному загальноосвітньому закладі. Перш за все, необхідно зібрати данні про кількісний та якісний стан комп'ютерів навчального закладу, які використовуються при викладанні предметів природничого циклу; всі комп'ютери підключити до локальної мережі та до сервера школи, що дає можливість швидкого обміну інформацією та спілкуванню; провести моніторинг програм, які використовуються в навчально-виховному процесі; розробити план модернізації інформаційного середовища навчального закладу. Так, в процесі реалізації мети експерименту, в спеціалізованій школі впродовж 4 років була зміцнена матеріально-технічна база школи за рахунок благодійного фонду «Розвиток 304», видатки сягнули порядку 530000 грн. Було придбане наступне устаткування: 15 ноутбуків, 15 системних блоків, офіційне програмне забезпечення, 9 інтерактивних комплексів, 9 LED телевізорів з підключенням до системи Інтернет, обладнано два кабінети Wi-Fi роутерами, оплата швидкісної виділеної лінії. Саме розвиток матеріально-технічної бази дав

змогу здійснювати навчально-виховний процес і цікаво, і результативно. Рационально, із використанням комп'ютерної техніки проводяться близько 70% уроків природничих дисциплін.

Сьогодні, як ніколи, є можливості щодо знаходження джерел фінансування освітньому закладу, це і різноманітні стартапи, громадські проекти, також не виключаємо державну підтримку, тим паче було затверджено типовий перелік засобів навчання та обладнання навчального і загальнопризначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів, наказ МОН №704 від 22.06.2016 р.

Зосередимо увагу на навчальному плані. При проведенні даного експерименту закладом було обрано варіативний компонент — використання Microsoft Excel при викладанні фізики, що дало змогу розширити світогляд учнів, за рахунок збільшення годин (+2) та синтезу сучасного з фундаментальними законами. На нашу думку, саме це було рушієм в роботі з обдарованими дітьми, на цих уроках було проектування фундаментальних законів на площину сучасної інтерактивності, звичайно окрім Microsoft Excel було включено весь блок офісу Microsoft. У дітей виникла можливість розробляти програми, створювати симуляції, презентувати свої продукти.

Проте, необхідно зазначити, що результативність роботи учнів залежить не від кількості годин на вивчення дисциплін, не від матеріально-технічної бази, а від вчителя, його уміння працювати з названими технологіями. Сьогодні в кожного з учнів наявний сучасний гаджет — смартфон, достатньо поставити роутер в класі і весь клас вже в сучасному інформаційному середовищі, можна взаємодіяти з іншими учнями через різноманітні програми, додатки в смартфонах, бути одночасно в найкращій лабораторії найкращого університету світу, оглядати андронний калайдер, мандрувати Всесвітом тощо.

Висновок

Створення онтологій та використання хмарного сервісу Microsoft Office 365 допомагає вчителю розвинути в учнів когнітивну компетентність, наявність якої характеризується розвиненим поняттєвим і дивергентним мисленням; умінням мислити, добувати, аналізувати і перероблювати інформацію, адекватно оцінювати результати своєї діяльності.

Список використаних джерел

- [1] Гуралюк, А. Г. Візуалізація онтологічного інтерфейсу. 2017. *Інноваційні технології навчання обдарованої молоді*: матеріали ІХ-ї Міжнародної науково-практичної конференції, 7–8 грудня 2017 р., м. Київ. К.: Інститут обдарованої дитини. С. 65–68.
- [2] Осипова, Л. А. Информационно-образовательные проекты как средство формирования у студентов когнитивной компетентности. 2008. Дис. канд. пед. наук: Брянск. 146 с.
- [3] Потанина, О. В. 2009. Когнитивная компетенция будущего инженера: сущность, структура, содержание. *Педагогика и психология*. 14(1):29.

- [4] Стрижак, О. Є. 2009. Комп'ютерні тезауруси як технологічна платформа створення авторських методик викладання предметних дисциплін. *Актуальні проблеми психології: Психологічна теорія і технологія навчання*. За ред. С. М. Максименко, М. Л. Смульсон. К.: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова. 8(6):259–263.
- [5] Dorothy, Holland. 1994. The Woman who Climbed up the House: Some Limitations of Schema Theory. In: *New Direction in Psychological Anthropology*. Theodor Schwartz, Geoffrey M. White, Catherine A. Lutz (eds.) Cambridge: Cambridge University Press. P. 73.
- [6] Kay, A. I. *Programmer*. <http://www.i-programmer.info/history/8-people/438-alan-kay.html?start=1>.
- [7] Miller, G. A. and P. E. Nicel. 1955. An analysis of perceptual confusions among some English consonants. *J. Acoust. Soc. Amer.* 27:338–352.
- [8] *Project of multi-agent technology in difficult systems*. Open University of the Netherlands. <http://www.ouh.nl>
- [9] Sycara, K. P. 1998. Multiagent systems. *AI Magazine*. 10:79–93.