

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису

УДК 378.091.3:373.011.3-051:5]:[004.4+004.738.5](043.3)

БАНАК РОМАН ДАНИЛОВИЧ

ДИСЕРТАЦІЯ

**ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ
ДИСЦИПЛІН ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ
МОБІЛЬНИХ ДОДАТКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ**

01 Освіта/Педагогіка

011 Освітні, педагогічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело


Р.Д. Банак

Науковий керівник – **Єфименко Василь Володимирович**, кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри інформаційних технологій і програмування

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Банак Роман Данилович. Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних додатків в освітньому процесі. – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 011 Освітні, педагогічні науки. – Український державний університет імені Михайла Драгоманова, Київ, 2025.

Дисертацію присвячено дослідженню проблеми підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та педагогічно доцільного використання мобільних застосунків в освітньому процесі. Актуальність теми зумовлена необхідністю трансформації педагогічної освіти в умовах цифровізації, зростанням ролі мобільного навчання та потребою у формуванні цифрової компетентності педагогів.

У дисертаційному дослідженні представлено цілісне поєднання теоретичного аналізу та експериментального вивчення проблеми професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та ефективного використання мобільних застосунків у процесі навчання. Представлено наукове обґрунтування доцільності впровадження мобільних освітніх технологій у систему вищої педагогічної освіти з метою формування у здобувачів цифрової, методичної та професійної компетентностей, необхідних для ефективної діяльності в умовах цифровізації освіти. Враховуючи трансформацію інформаційного простору, зміну освітніх запитів сучасних здобувачів освіти, а також впровадження змішаних і дистанційних форм навчання, у роботі обґрунтовано необхідність оновлення підходів до підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін шляхом інтеграції проєктної діяльності у створення й педагогічно доцільне використання мобільних застосунків. Розглянуто цифрову освітню реальність як ключовий

чинник підвищення мотивації до навчання, персоналізації пізнавальної діяльності та забезпечення індивідуальної освітньої траєкторії кожного здобувача освіти.

Досягнення мети дослідження підпорядковано послідовному вирішенню п'яти завдань дослідження.

У межах першого завдання здійснено аналіз науково-теоретичних джерел, що стосуються підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, цифровізації освітнього процесу, використання мобільного навчання та цифрових технологій у професійній діяльності педагога. Визначено концептуальні підходи до цифрової трансформації освіти, зокрема: компетентнісний, діяльнісний, інформаційно-цифровий, особистісно орієнтований. Узагальнено результати вітчизняних і зарубіжних досліджень щодо застосування мобільних застосунків у викладанні природничих дисциплін (фізики, біології, хімії, географії). Виявлено суперечності між сучасними вимогами до професійної діяльності вчителя та недостатньою увагою до проєктування мобільних застосунків у змісті фахової підготовки.

У межах другого завдання проведено діагностичне дослідження на констатувальному етапі експерименту. Було використано комплекс методів (анкетування, тестування, спостереження), які дозволили оцінити рівень сформованості цифрової, методичної та рефлексивної готовності студентів. Отримані результати засвідчили фрагментарність знань здобувачів щодо цифрових освітніх ресурсів, низький рівень навичок педагогічного проєктування та обмежений досвід застосування мобільних застосунків у педагогічній практиці. Це підтвердило доцільність розроблення спеціальної моделі підготовки.

Вирішення третього завдання передбачало аналіз чинників, що забезпечують ефективне формування готовності студентів до використання мобільних застосунків у навчанні. У дисертації визначено комплекс педагогічних умов, які включають:

- створення мотиваційного середовища, орієнтованого на цифрову трансформацію освіти;
- реалізацію міждисциплінарної інтеграції в межах природничих дисциплін і цифрової дидактики;
- запровадження вибіркової освітньої компоненти «Мобільні застосунки в освітньому процесі природничих дисциплін» як дидактичного інструменту формування цифрової компетентності;
- поєднання особистісно орієнтованого, дослідницького та проєктного підходів у навчанні;
- використання цифрових платформ (Phyphox, GeoGebra, Stellarium, Google Earth тощо) з можливістю адаптації під навчальні цілі природничих предметів;
- формування навичок командної роботи, рефлексії та педагогічного проєктування через цифрову взаємодію.

Дотримання цих умов забезпечило системне формування ціннісно-мотиваційного, когнітивного та операційно-діяльнісного компонентів готовності студентів до цифрової професійної діяльності.

У межах четвертого завдання створено цифровий освітній продукт – мобільний застосунок «Віртуальний кабінет», веб-версія якого розміщена за адресою <https://ph.org.ua/index.php>. У роботі окреслено його педагогічне призначення, методологічну основу, структурно-функціональну модель та технології реалізації.

Структура застосунку передбачає модульний формат організації навчального контенту з тематичними рівнями, квестами, системою оцінювання та самоконтролю. Застосунок включає засоби візуалізації (відео, анімації, віртуальні лабораторії), інструменти цифровізації (навчальні рівні, навчальні ресурси), систему мотивації (рейтинги, бейджі, доступ до нових рівнів), а також адаптивні механізми (рівні складності, варіативність проходження, індивідуальні траєкторії).

Функціонал застосунку спрямовано на реалізацію принципів діяльнісного, особистісно орієнтованого та рефлексивного навчання. Він охоплює елементи самонавчання, змагальності, групової роботи, аналітики прогресу та миттєвого зворотного зв'язку. Особлива увага приділяється педагогічній доцільності впровадження застосунку в контексті цифрової компетентності та ефективної організації навчання у фізиці, хімії, біології та географії.

У межах п'ятого завдання розроблено авторську модель підготовки майбутніх учителів до проєктування мобільних застосунків, яка містить цілісний системний підхід до формування цифрової компетентності на основі поетапного занурення у створення навчального мобільного застосунку. Практичним результатом дослідження стало створення мобільного застосунку «Віртуальний кабінет», який виконує функції мобільного застосунку з можливостями інтерактивного навчання, візуалізації наукових процесів, самостійної роботи та самоконтролю здобувачів освіти.

Реалізація цієї моделі відбувалася в межах формувального педагогічного експерименту, що охоплював навчальні дисципліни, вибірково компоненту та навчальну практику. У процесі дослідження студенти створювали авторські цифрові продукти, проходили ігрові сценарії навчання, здійснювали взаємну експертизу мобільних рішень, брали участь у вікторинах та захистах проєктів.

Результативність запропонованої моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування й використання мобільних застосунків в освітньому процесі була перевірена в ході педагогічного експерименту, що тривав протягом 2023–2025 років. У дослідженні взяли участь як здобувачі освіти – майбутні вчителі фізики, хімії, географії та біології, так і педагоги, які вже здійснюють професійну діяльність.

Для виявлення змін у рівнях сформованості професійної готовності до впровадження мобільних застосунків в освітню практику було проведено два етапи діагностики: початкове тестування у 2023 році та повторне – у 2025 році.

Отримані результати засвідчили позитивну динаміку зростання цифрової та методичної компетентностей учасників експерименту.

Найвищі показники цифрової компетентності зафіксовано серед учителів фізики (23%) та географії (21%). Значення для біології та хімії виявилися нижчими – приблизно 18% і 16% відповідно, що може свідчити про обмеженість адаптованих цифрових інструментів для цих дисциплін або недостатній рівень цифрової підготовки педагогів.

Водночас, методична компетентність демонструє стабільне зростання: від 24% у викладачів фізики до понад 28% у викладачів географії. Така тенденція може бути пов'язана з домінуванням традиційних методичних підходів, ґрунтованих на досвіді, класичних формах викладання та перевірених педагогічних практиках. У сфері біології та хімії також зберігаються високі показники методичної компетентності – близько 23% і 21% відповідно, що свідчить про сталу методичну базу у викладанні цих предметів.

Інтеграція цифрових ресурсів у процес викладання природничих дисциплін за допомогою мобільного застосунку сприяла істотному зростанню рівня цифрової компетентності педагогів цієї дисципліни. За результатами експериментального дослідження, середній приріст цифрової компетентності серед учасників експериментальних груп склав 20%, тоді як методична компетентність зросла на 24%. Крім того, 57% учнів вказали на зростання мотивації до навчання після використання мобільного застосунку, що свідчить про позитивний вплив комплексного цифрового контенту на освітній процес. Використання інструментів застосунку – зокрема тестів, симуляцій та інтерактивних модулів – забезпечило підвищення ефективності самостійної навчальної діяльності учнів. За результатами опитувань студентів і вчителів, зафіксовано позитивне ставлення до інноваційної форми навчання, що пов'язано з гнучкістю у роботі з навчальними матеріалами, персоналізацією освітнього процесу та можливістю наочної демонстрації складних понять.

Проведення педагогічного експерименту дозволило обґрунтовано підтвердити ефективність розробленої моделі: зафіксовано статистично достовірне зростання рівня цифрової, методичної та професійно-педагогічної компетентності студентів експериментальних груп. Окрім цього, спостерігається виражене посилення мотивації до проєктної діяльності, активізація пізнавального інтересу та підвищення здатності до самостійного навчання, що набуває особливого значення в умовах реалізації змішаних і дистанційних форм здобуття освіти.

Практична значущість роботи полягає у можливості впровадження моделі у систему професійної підготовки майбутніх учителів, удосконалення освітніх програм педагогічних спеціальностей, створення цифрових освітніх ресурсів. Запропоновані підходи також можуть бути використані в системі післядипломної освіти для підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в тому, що:

- розроблено та науково обґрунтовано модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків в освітньому процесі, що базується на поєднанні діяльнісного, компетентнісного, цифрового та інноваційного підходів;
- уточнено структуру та зміст поняття цифрової компетентності вчителя природничих дисциплін, зокрема її складники: інформаційно-комунікаційну, методичну, проєктну, аналітичну та рефлексивну компоненти, а також визначено особливості її формування в умовах цифрового освітнього середовища;
- створено навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет» як мобільний застосунок, що поєднує цифрові ресурси, дидактичні сценарії, інструменти для візуалізації навчального матеріалу і засоби зворотного зв'язку. Застосунок інтегрує в собі можливості мультимедіа, доповненої реальності та QR-технологій;

- удосконалено підходи до педагогічного проєктування мобільних застосунків, які враховують психолого-педагогічну готовність майбутніх учителів, принципи безперервності, доступності та персоналізації навчання;
- емпірично підтверджено ефективність моделі у підвищенні рівня цифрової та методичної компетентностей майбутніх педагогів, а також у зростанні мотивації до навчання та самостійної роботи учнів, що засвідчено в результатах педагогічного експерименту;
- визначено педагогічні умови, що забезпечують ефективне впровадження мобільного навчання у підготовці вчителів: міждисциплінарна інтеграція, поетапне формування цифрових навичок, організація рефлексивної практики, створення цифрового навчального середовища та супровід наставника;
- розширено науково-методичну базу цифрової підготовки педагогів, зокрема в контексті природничої освіти, що створює основу для модернізації освітніх програм бакалаврату, магістратури та підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Ключові слова: цифрова компетентність, мобільний застосунок, природничі дисципліни, навчально-інформаційне середовище, віртуальний кабінет, змішане навчання, цифровізація освіти, підготовка майбутніх вчителів, STEM-освіта, цифрові інструменти.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, у яких опубліковані основні наукові дослідження дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Банак Р. Застосування навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» для контролю рівня знань учнів з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №2 (143). С. 27-32.
2. Банак Р. Концепція застосування електронного навчання у фізиці. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка] Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 177, Ч. I. С. 26–30.
3. Банак Р. Віртуалізація навчального процесу з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №4 (145). С. 37-40.
4. Шут М. І., Банак Р. Д. Особливості навчання фізики в закладах середньої освіти II ступеня. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*. 2019. Вип. 21. С. 45–51.
5. Банак, Р. Д., Єфименко, В. В. Навчальний мобільний застосунок для забезпечення освітнього процесу. «Віртуальний кабінет фізики». *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка] Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип. 212. С. 160–165.

Публікація у виданні Web of science

6. Bilyk V., Banak R., Bardadym, O., Sokal M., Anichkina O. (2023). Introduction of interactive teaching methods in modern schools. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*. 2023. Vol. 17, No. 2. Pp. 199–209. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.17>

Публікації у наукових виданнях іноземних держав

7. Банак Р. Д. Організація навчання учнів з використанням віртуального кабінету фізики. *Scientific discoveries: projects, strategies and development: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol.1)*, October 25, 2019. Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Pp. 108–111.

8. Банак Р. Д. Упровадження навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» у навчальний процес фізики закладу освіти II рівня. *SWorldJournal*. 2020. Iss. 6, Part 4. Pp. 116–119.
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj06-04-087/757>

9. Банак Р. Д. Навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет фізики» як результат цифрової компетентності вчителя. *Scientific Collection «InterConf»*, (35): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Experimental and Theoretical Research in Modern Science» (November 16-18, 2020). Kishinev, Moldova: Giperion Editura, 2020. Pp. 151–154.

10. Банак Р. Використання навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» на уроках фізики. *SWorldJournal*. 2023. Iss. 18, Part 3. Pp. 22–30. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-03-022>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Банак Р. Цифрова розповідь як засіб дистанційного навчання у вивчення фізики в школі. *Проблеми інформатизації навчального процесу в закладах загальної середньої та вищої освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції*, 09 жовтня. м. Київ 2018. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. С. 24-25.

12. Банак Р. Д. Інтелектуальний розвиток особистості у процесі навчання фізики. *Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал: матеріали звітної науково-практичної конференції Інституту*

проблем виховання НАПН України за 2018 рік / за ред. І. Д. Беха, Р. В. Малиношевського]. Івано-Франківськ: НАІР, 2019. Вип. 7. С. 17–226.

13. Банак Р.Д. Віртуалізація навчання фізики. *Актуальні питання сучасної інформатики*: матеріали доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (07-08 листопада 2019 р.) / за заг. ред. Я. Б. Сікори. Житомир: Вид-во ЖДУ, 2019. Вип. 7. С. 8–11.

14. Банак Р. Створення навчально-інформаційного середовища як важливий чинник реалізації інституціональної стратегії інноваційності навчання у закладах середньої освіти. *Освіта і суспільство V: міжнародний збірник наукових праць* / під ред. Т. Несторенко, Р. Бернатової. Бердянський державний педагогічний університет. Ополе: видавництво Вищої школи управління і адміністрації в Ополє, Польща. 2020. С. 93–99.

15. Банак Р. Д. Інновації в освітньому процесі. *Професійний розвиток педагога*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта і виховання в інформаційному суспільстві в умовах воєнного та повоєнного стану», м. Рівне, 28 квітня 2022 р. Рівне: Рівненський державний гуманітарний університет, 2022. С. 8-9.

16. Банак Р., Єфименко В. Особливості використання мобільних додатків для проведення уроків з природничих дисциплін. *Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна наука та освіта: новітня соціокультурна проєкція»* / відп. ред. Т. Ю. Дудка. Київ, 2024. С. 22–25.

17. Банак Р.Д. Використання навчального мобільного застосунку вчителями природничих дисциплін під час освітнього процесу. *Теорія і практика використання інформаційних технологій в умовах цифрової трансформації освіти*: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції, 19 – 20 червня 2024 року м. Київ / упоряд. І. А. Твердохліб. Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. С. 11–13.

18. Банак Р. Д. Мобільний застосунок як інструмент формування дослідницьких компетентностей учнів на уроках природничих наук: досвід впровадження та перспективи розвитку. *Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 квітня 2025 року, м. Київ) / упоряд.: І. А. Твердохліб, Є. В. Малюх Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2025. С. 115–117.

ABSTRACT

Banak Roman Danylovych. Training of future teachers of natural sciences to design and use mobile applications in the educational process. – Qualification of scientific work as a supervisor.

Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 011 Educational, Pedagogical Sciences – Mykhailo Dragomanov Ukrainian State University, Kyiv, 2025.

The dissertation is devoted to the study of the problem of training future teachers of natural sciences to design and pedagogically appropriate use of mobile applications in the educational process. The relevance of the topic is due to the need to transform pedagogical education in the conditions of digitalization, the growing role of mobile learning and the need to form digital competence of teachers.

The dissertation research presents a holistic combination of theoretical analysis and experimental study of the problem of professional training of future teachers of natural sciences to design and effective use of mobile applications in the learning process. A scientific justification of the feasibility of introducing mobile educational technologies into the system of higher pedagogical education is presented in order to form in applicants digital, methodological and professional competencies necessary for effective activity in the conditions of digitalization of education. Taking into account the transformation of the information space, the change in educational demands of modern education seekers, as well as the introduction of blended and distance learning forms, the work substantiates the need to update approaches to the training of future teachers of natural sciences by integrating project activities into the creation and pedagogically appropriate use of mobile applications. Digital educational reality is considered as a key factor in increasing motivation for learning, personalizing cognitive activity, and ensuring an individual educational trajectory for each education seeker.

Achieving the research goal is subject to the consistent solution of five research tasks.

Within the framework of the first task, an analysis of scientific and theoretical sources related to the training of future teachers of natural sciences, digitalization of the educational process, the use of mobile learning and digital technologies in the professional activities of a teacher was carried out. Conceptual approaches to the digital transformation of education were identified, in particular: competency-based, activity-based, information-digital, and personally oriented. The results of domestic and foreign studies on the use of mobile applications in teaching natural sciences (physics, biology, chemistry, geography) are summarized. Contradictions between modern requirements for the professional activity of a teacher and insufficient attention to the design of mobile applications in the content of professional training are revealed.

Within the framework of the second task, a diagnostic study was conducted at the ascertaining stage of the experiment. A set of methods (questionnaires, testing, observation) was used, which allowed assessing the level of formation of digital, methodological and reflective readiness of students. The results obtained showed the fragmentation of applicants' knowledge of digital educational resources, a low level of pedagogical design skills and limited experience in using mobile applications in pedagogical practice. This confirmed the feasibility of developing a special training model.

The solution to the third task involved an analysis of factors that ensure the effective formation of students' readiness to use mobile applications in learning. The dissertation identifies a set of pedagogical conditions, which include:

- creation of a motivational environment focused on the digital transformation of education;
- implementation of interdisciplinary integration within natural sciences and digital didactics;

- introduction of a selective educational component "Mobile applications in the educational process of natural sciences" as a didactic tool for the formation of digital competence;
- combination of personally oriented, research and project approaches in learning;
- use of digital platforms (Phyphox, GeoGebra, Stellarium, Google Earth, etc.) with the possibility of adaptation to the educational goals of natural sciences;
- formation of teamwork, reflection and pedagogical design skills through digital interaction.

Compliance with these conditions ensured the systematic formation of value-motivational, cognitive and operational-activity components of students' readiness for digital professional activity.

Within the framework of the fourth task, a digital educational product was created - the mobile application "Virtual Cabinet", the web version of which is located at <https://ph.org.ua/index.php>. The work outlines its pedagogical purpose, methodological basis, structural and functional model and implementation technologies.

The structure of the application provides for a modular format for organizing educational content with thematic levels, quests, an assessment and self-control system. The application includes visualization tools (video, animations, virtual laboratories), digitalization tools (learning levels, educational resources), a motivation system (ratings, badges, access to new levels), as well as adaptive mechanisms (difficulty levels, variability of passage, individual trajectories).

The functionality of the application is aimed at implementing the principles of activity-based, personally oriented and reflective learning. It includes elements of self-study, competition, group work, progress analytics and instant feedback. Special attention is paid to the pedagogical feasibility of implementing the application in the context of digital competence and effective organization of learning in physics, chemistry, biology and geography.

Within the framework of the fifth task, an author's model of training future teachers to design mobile applications was developed, which contains a holistic systemic approach to the formation of digital competence based on a phased immersion in the creation of an educational mobile application. The practical result of the study was the creation of the mobile application "Virtual Cabinet", which performs the functions of a mobile application with the capabilities of interactive learning, visualization of scientific processes, independent work and self-control of students.

The implementation of this model took place within the framework of a formative pedagogical experiment that covered academic disciplines, a selective component and educational practice. During the study, students created their own digital products, went through game learning scenarios, carried out mutual examination of mobile solutions, participated in quizzes and project defenses.

The effectiveness of the proposed model of training future science teachers to design and use mobile applications in the educational process was tested during a pedagogical experiment that lasted from 2023 to 2025. The study involved both students - future teachers of physics, chemistry, geography and biology, and teachers who are already engaged in professional activities.

To identify changes in the levels of professional readiness for the implementation of mobile applications in educational practice, two stages of diagnostics were conducted: initial testing in 2023 and repeated testing in 2025. The results obtained showed positive dynamics of growth in digital and methodological competencies of the experiment participants.

The highest indicators of digital competence were recorded among physics teachers (23%) and geography teachers (21%). The values for biology and chemistry were lower – approximately 18% and 16%, respectively, which may indicate the limited availability of adapted digital tools for these disciplines or the insufficient level of digital training of teachers.

At the same time, methodological competence demonstrates a steady increase: from 24% for physics teachers to over 28% for geography teachers. This

trend may be associated with the dominance of traditional methodological approaches based on experience, classical forms of teaching and proven pedagogical practices. In the field of biology and chemistry, high indicators of methodological competence are also maintained – approximately 23% and 21%, respectively, which indicates a stable methodological basis in teaching these subjects.

The integration of digital resources into the process of teaching natural sciences using a mobile application contributed to a significant increase in the level of digital competence of teachers of this discipline. According to the results of the experimental study, the average increase in digital competence among the participants of the experimental groups was 20%, while methodological competence increased by 24%. In addition, 57% of students indicated an increase in motivation to learn after using the mobile application, which indicates a positive impact of complex digital content on the educational process. The use of the application tools - in particular, tests, simulations and interactive modules - ensured an increase in the efficiency of students' independent learning activities. According to the results of surveys of students and teachers, a positive attitude towards the innovative form of learning was recorded, which is associated with flexibility in working with educational materials, personalization of the educational process and the possibility of visual demonstration of complex concepts.

Conducting a pedagogical experiment allowed us to reasonably confirm the effectiveness of the developed model: a statistically significant increase in the level of digital, methodological and professional and pedagogical competence of students in the experimental groups was recorded. In addition, there is a pronounced increase in motivation for project activities, activation of cognitive interest and an increase in the ability to self-study, which is of particular importance in the implementation of blended and distance forms of education.

The practical significance of the work lies in the possibility of implementing the model in the system of professional training of future teachers, improving educational programs of pedagogical specialties, creating digital educational

resources. The proposed approaches can also be used in the system of postgraduate education to improve the skills of teachers of natural disciplines.

The scientific novelty of the research results lies in the fact that:

- a model of training future science teachers to design and use mobile applications in the educational process has been developed and scientifically substantiated, based on a combination of activity, competency, digital and innovative approaches;

- the structure and content of the concept of digital competence of a science teacher have been clarified, in particular its components: information and communication, methodological, project, analytical and reflective components, and the features of its formation in the conditions of a digital educational environment have been determined;

- the educational and information environment "Virtual Cabinet" has been created as a mobile application that combines digital resources, didactic scenarios, tools for visualizing educational material and feedback tools. The application integrates the capabilities of multimedia, augmented reality and QR technologies;

- improved approaches to pedagogical design of mobile applications that take into account the psychological and pedagogical readiness of future teachers, the principles of continuity, accessibility and personalization of learning;

- empirically confirmed the effectiveness of the model in increasing the level of digital and methodological competencies of future teachers, as well as in increasing students' motivation for learning and independent work, which is evidenced by the results of the pedagogical experiment;

- identified pedagogical conditions that ensure the effective implementation of mobile learning in teacher training: interdisciplinary integration, phased formation of digital skills, organization of reflective practice, creation of a digital learning environment and mentor support;

- expanded the scientific and methodological base of digital teacher training, in particular in the context of natural science education, which creates the basis for

the modernization of undergraduate and graduate educational programs and advanced training of teaching staff.

Keywords: digital competence, mobile application, science disciplines, educational and information environment, virtual classroom, blended learning, digitalization of education, training of future teachers, STEM education, digital tools.

LIST OF PUBLISHED WORKS ON THE THESIS

Scientific works, in which the main scientific research of the dissertation is published

Articles in scientific professional publications of Ukraine

1. Banak R. Application of the educational and information environment "Virtual Physics Classroom" to control the level of students' knowledge in physics. Physics and Astronomy in the native school. 2019. No. 2 (143). P. 27-32.
2. Banak R. Concept of the use of e-learning in physics. Scientific notes [Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko] Series: Pedagogical Sciences. 2019. Issue 177, Ch. I. P. 26–30.
3. Banak R. Virtualization of the educational process in physics. Physics and Astronomy in the native school. 2019. No. 4 (145). P. 37-40.
4. Shut M. I., Banak R. D. Features of teaching physics in secondary education institutions of the second level. Scientific Journal of the National Pedagogical University named after M. P. Dragomanov. Series 3: Physics and Mathematics in Higher and Secondary Schools. 2019. Issue 21. Pp. 45–51.
5. Banak R. D., Efymenko, V. V. Educational mobile application for supporting the educational process. "Virtual Physics Classroom". Scientific Notes [Central Ukrainian State Pedagogical University named after Volodymyr Vynnychenko] Series: Pedagogical Sciences. 2024. Issue 212. Pp. 160–165.

Publication in the publication Web of science

6. Bilyk V., Banak R., Bardadym, O., Sokal M., Anichkina O. (2023). Introduction of interactive teaching methods in modern schools. Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación. 2023. Vol. 17, No. 2. pp. 199–209. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.17>

Publications in scientific publications of foreign countries

7. Banak R. D. Organization of student training using a virtual physics classroom. Scientific discoveries: projects, strategies and development: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol.1), October 25, 2019. Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Pp. 108–111.

8. Banak R. D. Implementation of the educational and information environment «Virtual Physics Classroom» in the educational process of physics in a second-level educational institution. SWorldJournal. 2020. Iss. 6, Part 4. Pp. 116–119. <https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj06-04-087/757>

9. Banak R. D. Educational and information environment "Virtual physics classroom" as a result of the teacher's digital competence. Scientific Collection "InterConf", (35): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference "Experimental and Theoretical Research in Modern Science" (November 16-18, 2020). Kishinev, Moldova: Giperion Editura, 2020. Pp. 151–154.

10. Banak R. Using the educational and information environment "Virtual physics classroom" in physics lessons. SWorldJournal. 2023. Iss. 18, Part 3. Pp. 22–30. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-03-022>

Scientific works that confirm the approval of the dissertation materials

11. Banak R. Digital storytelling as a means of distance learning in the study of physics at school. Problems of informatization of the educational process in institutions of general secondary and higher education: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference, October 9. Kyiv 2018. Kyiv: Publishing house of the National Polytechnic University named after M.P. Dragomanov, 2018. P. 24-25.

12. Banak R. D. Intellectual development of the individual in the process of teaching physics. Modern educational process: essence and innovative potential: materials of the reporting scientific and practical conference of the Institute of Educational Problems of the National Academy of Sciences of Ukraine for 2018 /

edited by I. D. Bekha, R. V. Malynoshevsky]. Ivano-Frankivsk: NAIR, 2019. Issue 7. P. 17–226.

13. Banak R. D. Virtualization of physics teaching. Current issues of modern informatics: materials of reports of the IV All-Ukrainian scientific and practical conference with international participation "Modern information technologies in education and science" (November 7-8, 2019) / edited by Ya. B. Sikory. Zhytomyr: Publishing house of ZhDU, 2019. Issue 7. P. 8–11.

14. Banak R. Creation of an educational and information environment as an important factor in the implementation of the institutional strategy of innovative teaching in secondary education institutions. Education and society V: international collection of scientific works / edited by T. Nestorenko, R. Bernatova. Berdyansk State Pedagogical University. Opole: Publishing house of the Higher School of Management and Administration in Opole, Poland. 2020. P. 93–99.

15. Banak R. D. Innovations in the educational process. Professional development of a teacher: a collection of materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference "Education and upbringing in the information society in conditions of war and post-war conditions", Rivne, April 28, 2022. Rivne: Rivne State Humanitarian University, 2022. P. 8-9.

16. Banak R., Efymenko V. Features of using mobile applications for conducting lessons in natural sciences. Collection of scientific papers of the International scientific and practical conference "Modern science and education: the latest socio-cultural projection" / ed. T. Yu. Dudka. Kyiv, 2024. P. 22–25.

17. Banak R.D. Use of educational mobile applications by teachers of natural sciences during the educational process. Theory and practice of using information technologies in the context of digital transformation of education: materials of the II All-Ukrainian scientific and practical conference, June 19-20, 2024, Kyiv / edited by I. A. Tverdokhlib. Kyiv: Publishing house of Mykhailo Dragomanov USU, 2024. P. 11-13.

18. Banak R. D. Mobile application as a tool for forming students' research competencies in natural science lessons: experience of implementation and

development prospects. Digital transformation in education: challenges and prospects: materials of the International scientific and practical conference (April 15-16, 2025, Kyiv) / edited by I. A. Tverdokhlib, E. V. Malyukh Kyiv: Publishing house of Mykhailo Dragomanov USU, 2025. P. 115-117

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	26
ВСТУП.....	27
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ.....	37
1.1. Підготовка майбутніх учителів природничих наук до створення та використання мобільних застосунків навчального призначення як педагогічна проблема	37
1.2. Використання мобільних навчальних застосунків в освітньому процесі в контексті формування цифрової компетентності учителя- предметника.....	57
1.3. Мобільні технології як освітній інструмент вчителя	62
Висновки до розділу 1	69
Розділ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ	72
2.1. Проєктування інтерфейсу навчального мобільного застосунку.....	72
2.2. Ключові цілі впровадження мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітній процес	89
2.3. Проєктування моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі	104
Висновки до розділу 2.....	131
Розділ 3. РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА	

ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ «ВІРТУАЛЬНОГО КАБІНЕТУ»....	134
3.1. Організація освітнього процесу з використанням мобільного застосунку «Віртуальний кабінет»	134
3.2. Мобільний застосунок як ефективний інструмент формування цифрової та методичної компетентностей майбутніх учителів природничих дисциплін	160
3.3. Результати педагогічного експерименту з використанням навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітньому процесі	169
Висновки до розділу 3	190
ВИСНОВКИ	192
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	195
ДОДАТКИ	213

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ВК – віртуальний кабінет

ЗВО – заклад вищої освіти

ЗЗСО – заклад загальної середньої освіти

ІКТ – інформаційно-комунікаційні технології

МЗ – мобільний застосунок

МЗНП – мобільний застосунок навчального призначення

НЗ – навчальні завдання

МЗ «ВК» – мобільний застосунок «Віртуальний кабінет»

НМЗ – навчальний мобільний застосунок

ОП – освітній процес

ПП – педагогічні принципи

ППЗ – програмні педагогічні засоби

ЦК – цифрова компетентність

ЦОТ – цифрові освітні технології

ЦПП – цифрова педагогічна платформа

ЦСНП – цифрове середовище навчального призначення

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасна освіта потребує трансформації педагогічної освіти в умовах цифровізації, зростанням ролі мобільного навчання, потребою у формуванні цифрової компетентності педагогів і забезпеченні доступу до якісних цифрових освітніх продуктів. Особливої значущості набувають принципи безбар'єрності, доступності та безперервності освіти, що відповідають сучасним викликам і вимогам інклюзивного, відкритого та мобільного освітнього середовища.

Дослідження спрямоване на подолання суперечності між наявними теоретичними напрацюваннями щодо цифрової трансформації педагогіки та недостатнім практичним упровадженням мобільних застосунків у процес підготовки майбутніх учителів. Розробка та впровадження навчальних мобільних застосунків сприяє забезпеченню рівного доступу до якісного навчального контенту, розширює можливості персоналізованого навчання та підтримує реалізацію концепції освіти впродовж життя.

Сучасна система освіти зазнає динамічних змін, орієнтованих на розвиток особистості учня, формування ключових компетентностей, здатності до критичного мислення та застосування знань у реальному житті. Природничі дисципліни (біологія, хімія, фізика, географія, астрономія) відіграють ключову роль у формуванні наукової картини світу, світогляду та життєвої орієнтації учнів. Тому одним із основних завдань учителя є створення умов для активного пізнання, самостійного мислення та практичного застосування набутих умінь.

Сутність навчання природничих дисциплін у XXI столітті передбачає поєднання якісно-теоретичного осмислення явищ з практичними дослідженнями, спостереженнями та експериментами. У сучасному освітньому просторі природничі предмети мають не лише інформативну, а й виховну та прикладну функції. Завдяки цим функціям учні:

- пізнають закони природи;
- формують системне мислення;

- навчаються відповідальному ставленню до довкілля;
- розвивають наукову допитливість;
- бачать міжпредметні зв'язки та прикладне значення науки в повсякденному житті.

У цьому контексті природничі дисципліни являють собою не лише базові компоненти шкільних курсів, а й є потужними інструментами у формуванні науково-орієнтованої особистості.

Покоління сучасних школярів зростає в інформаційному середовищі, де смартфони, планшети, комп'ютери, цифрові сервіси та віртуальні лабораторії є невід'ємною частиною їхнього життя. В умовах таких трансформацій змінюється і роль учителя: він більше не є єдиним джерелом знань, а стає фасилітатором, наставником і координатором навчального процесу.

Сучасне навчання природничих дисциплін потребує і переосмислення традиційних підходів до організації навчального процесу. Одним із ключових напрямів оновлення є використання демонстраційних та моделюючих програмних засобів, що застосовуються на етапах вивчення нового матеріалу, його закріплення, візуалізації моделей об'єктів вивчення, а також при перегляді відеофрагментів, що ілюструють природні явища та процеси.

Проте сам факт застосування цифрових ресурсів ще не гарантує якісного результату. Отже, завдання сучасного педагога полягає у створенні умов для активного залучення здобувачів освіти до творчого пізнання, самостійного пошуку, формування особистої точки зору та розвитку критичного мислення. При такому підході, вивчення природничих наук має виходити за межі репродуктивного засвоєння знань і переходити в площину рефлексії, осмислення і їх практичного застосування.

Сучасний учитель природничих дисциплін повинен орієнтуватися не лише на передавання готової інформації, а й на супровід здобувача освіти в процесі її опрацювання, осмислення та осучаснення. Важливо, як здобувач освіти аргументує та мотивує власні висновки, яким чином шукає

альтернативні варіанти розв'язування завдань, як працює з отриманими даними та джерелами інформації.

Досягнення цих цілей можливе лише за умов ефективного поєднання різноманітних форм і методів організації навчально-пізнавальної діяльності. Серед них – створення атмосфери зацікавленості, стимулювання до дискусій та аналізу побаченого, почутого або змодельованого. Інтерактивні, дослідницькі, проєктні методики стають ключовими інструментами на уроках природничого циклу.

Трансформація ролі вчителя, створення інформаційно-освітніх середовищ, розвиток критичного мислення та самостійності здобувачів освіти – усе це є необхідною умовою якісної природничої освіти в умовах цифрової трансформації освітньої галузі. Особливої уваги заслуговує готовність учителя до трансформації власної ролі у навчальному процесі – від лектора-наставника до фасилітатора, який підтримує ініціативу, критичність мислення та самостійність здобувачів освіти. Цей підхід може бути реалізований через впровадження інформаційно-комп'ютерного супроводу навчання природничих дисциплін на базі інтеграції цифрових ресурсів із сучасними педагогічними методами.

Одним із ефективних рішень у цьому напрямі є мобільного застосунку навчального призначення «Віртуальний кабінет» (посилання для доступу до веб-версії мобільного застосунку <https://ph.org.ua/index.php>). Це середовище має забезпечувати безперервність навчального процесу, надаючи здобувачам освіти доступ до навчальних матеріалів, електронних підручників, симуляцій, науково-популярної літератури та експериментальних віртуальних лабораторій у будь-який зручний для них час.

Такий кабінет поєднує класичне навчання з цифровими технологіями, сприяє персоналізації освіти, а також забезпечує гнучкість і мобільність у вивченні складних природничих тем. Застосування віртуального освітнього середовища відкриває нові можливості для диференціації навчання, розвитку

самостійної пізнавальної діяльності та формування у здобувачів освіти готовності до навчання впродовж життя.

У цьому сенсі особливої актуальності набуває питання залучення здобувачів освіти до органічного освоєння природничих наук в умовах глобалізації та швидкого розвитку технологій. Робота в реальному навчальному середовищі повинна давати змогу глибше зрозуміти та усунути проблему зниження рівня зацікавлення та концентрації уваги здобувачів освіти, часте недоцільне відволікання на використання цифрових пристроїв і т.ін.

Одним із перспективних напрямів розв'язання цієї проблеми є впровадження елементів доповненої та віртуальної реальності у навчання. У відповідь на цей виклик ми пропонуємо мобільний застосунок навчального призначення «Віртуальний кабінет» (МЗ «ВК»). Досвід використання цього середовища дає підстави вважати, що для здобувачів освіти такий формат є привабливим, новим та сприймається як «полегшений» варіант навчання, який не асоціюється з рутинною діяльністю на уроці.

У межах проектування та використання МЗ «ВК» здобувачі освіти мають можливість за допомогою власного смартфона або іншого гаджета самостійно зануритися у вивчення теми, переглядати інтерактивні демонстрації, шукати інформацію про практичне застосування законів природи, виконувати тестові та аналітичні завдання. Учитель у цьому процесі виконує функцію наставника, консультанта, що спрямовує пізнавальну діяльність у конструктивному напрямі.

У таких умовах шкільний кабінет природничих дисциплін трансформується на:

- науково-дослідний простір, де здобувачі освіти, опираючись на отримані знання у МЗ «ВК», проводять дослідження, вирішують проблемні завдання та аналізують отримані результати.

– місце наукових дискусій, де обговорюються актуальні питання розвитку науки, глобальні зміни у світі, перспективи технологічного та космічного розвитку.

Досвід використання МЗ «ВК» підтвердив його можливість ефективно розв'язувати низку дидактичних завдань з:

- формування навичок роботи з інформаційними ресурсами;
- розвитку аналітичного та критичного мислення;
- посилення мотивації до навчання природничих дисциплін;
- формування сучасної наукової картини світу.

Крім того, МЗ «ВК» відповідає запитам сучасної освіти на персоналізацію навчання та створення умов для безперервного процесу навчання. Його використання також дозволяє реалізувати елементи дистанційного та змішаного навчання, що особливо важливо в умовах гнучкого розкладу або підвищеного навчального навантаження на здобувачів освіти.

Таким чином, на наш погляд, мобільний застосунок навчального призначення «Віртуальний кабінет» є ефективним інструментом навчання природничих дисциплін в частині підвищення зацікавленості здобувачів освіти, активізації їх пізнавальної діяльності, розвитку самостійності та забезпечення якісного освітнього процесу в умовах цифрової трансформації. Потрібно зазначити, що такий підхід до вивчення природничих дисциплін сприяє підготовці покоління, здатного критично мислити, шукати знання самостійно і гідно реагувати на виклики сучасного світу.

Вищесказане зумовило вибір теми дослідження **«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних додатків в освітньому процесі»**.

У науковому дискурсі терміни «мобільний додаток» та «мобільний застосунок» розглядаються як еквіваленти. У темі дисертації збережено формулювання «мобільний додаток», проте в основному тексті вжито термін «мобільний застосунок» з урахуванням стилістичних та

нормативних вимог. Таке рішення відповідає вимогам українських стандартів і акцентує прикладний характер програмного продукту. Уніфікація термінології сприяє забезпеченню стилістичної цілісності тексту та виключає семантичну неоднорідність. Крім того, термін «мобільний застосунок» відтворює англomовне «application» у контексті міжнародної наукової літератури. Послідовне використання цього терміна в усіх розділах дисертації гарантує логічність, чіткість і однорідність викладу.

Об’єкт дослідження – процес підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін у закладах вищої освіти.

Предмет дослідження – зміст, форми та методи підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків навчального призначення в освітньому процесі.

Мета дослідження – теоретично обґрунтувати, розробити та експериментально перевірити модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків навчального призначення в освітньому процесі.

Відповідно до поставленої мети сформульовані такі **завдання дослідження**:

- здійснити аналіз стану наукової розробленості досліджуваної проблеми;
- вивчити стан готовності майбутніх учителів природничих наук до проєктування та використання мобільних застосунків в освітньому процесі;
- визначити умови формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків навчального призначення в освітньому процесі;
- розробити структуру та функціонал навчального мобільного застосунку підтримки навчання природничих наук для використання в освітньому процесі;
- розробити модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання навчальних мобільних

застосунків для підтримки освітнього процесу в закладах загальної освіти і перевірити її ефективність.

Наукова новизна результатів дослідження полягає в тому, що:

- *розроблено, науково обґрунтовано та експериментально підтверджено* ефективність моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків в освітньому процесі, що базується на поєднанні діяльнісного, компетентнісного, цифрового та інноваційного підходів;

- *уточнено структуру та зміст* поняття цифрової компетентності вчителя природничих дисциплін, зокрема її складники: інформаційно-комунікаційну, методичну, проєктну, аналітичну та рефлексивну компоненти, а також визначено особливості її формування в умовах цифрового освітнього середовища;

- *створено навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет»* як мобільний застосунок (посилання для доступу до веб-версії мобільного застосунку <https://ph.org.ua/index.php>), що поєднує цифрові ресурси, дидактичні сценарії, інструменти для візуалізації навчального матеріалу і засоби зворотного зв'язку. Застосунок інтегрує в собі можливості мультимедіа, доповненої реальності та QR-технологій;

- *удосконалено підходи* до педагогічного проєктування мобільних застосунків, які враховують психолого-педагогічну готовність майбутніх учителів, принципи безперервності, доступності та персоналізації навчання;

- *емпірично підтверджено ефективність* моделі у підвищенні рівня цифрової та методичної компетентностей майбутніх педагогів, а також у зростанні мотивації до навчання та самостійної роботи учнів, що засвідчено в результатах педагогічного експерименту;

- *визначено педагогічні умови*, що забезпечують ефективне впровадження мобільного навчання у підготовці вчителів: міждисциплінарна інтеграція, поетапне формування цифрових навичок, організація рефлексивної

практики, створення цифрового навчального середовища та супровід наставника;

- *розширено науково-методичну базу цифрової підготовки педагогів, зокрема в контексті природничої освіти, що створює основу для модернізації освітніх програм бакалаврату, магістратури та підвищення кваліфікації педагогічних працівників.*

Практична значущість дослідження полягає у можливості впровадження моделі у систему професійної підготовки майбутніх учителів, удосконалення освітніх програм педагогічних спеціальностей, створення цифрових освітніх ресурсів. Запропоновані підходи також можуть бути використані в системі післядипломної освіти для підвищення кваліфікації вчителів природничих дисциплін.

Результати дослідження було впроваджено у практику роботи закладів вищої та загальної середньої освіти України: Національного університету біоресурсів і природокористування України (довідка №375 від 17.04.2025), Чорноморського національного університету імені Петра Могили, Українського державного університету імені Михайла Драгоманова (довідка №306 від 14.05.2025), Ліцею №234 Дніпровського району м. Києва (довідка №01-16/386 від 14.05.2025), Технічного ліцею Дніпровського району м. Києва (довідка №113 від 14.05.2025).

Особистий внесок здобувача в роботах, написаних у співавторстві, полягає в: описі кейсу впровадження інтерактивного мобільного навчання в: підготовлено аналітичний розділ про ефективність застосованих методик; запропоновано ідеї створення мобільного застосунку для викладання природничих дисциплін; організовано освітній процес із використанням мобільного застосунку [130; 134] та застосовано його для контролю рівня знань учнів [136]; здійснено опис можливостей застосування мобільних застосунків у ході освітнього процесу [135]; визначено форми та компоненти використання нових освітніх технологій учителями природничих дисциплін, надано визначення «віртуального кабінету», розкрито його принципи, ролі

учасників та основні переваги мобільного застосунку [51]; описано можливості використання віртуальних технологій для організації освітнього процесу та впровадження інтерактивних методів навчання в сучасних школах [91]; створено цифровий продукт – мобільний застосунок «Віртуальний кабінет», розміщений за адресою <https://ph.org.ua/index.php>; обґрунтуванні принципів реалізації моделі підготовки майбутніх вчителів природничих наук до проєктування та використання мобільних застосунків в освітньому процесі.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи обговорювалися й отримали позитивну оцінку на семінарах кафедр інформаційних технологій та програмування, комп'ютерної та програмної інженерії й загальної фізики УДУ імені Михайла Драгоманова. Основні положення дисертації представлено на наукових заходах різних рівнів, зокрема:

Міжнародних: V Міжнародна наукова конференція НАУКОВИЙ ПРОСТІР: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ, ДОСЯГНЕННЯ ТА ІННОВАЦІЇ (м. Черкаси, 26 травня 2023 року); IX Міжнародна науково-практична дистанційна конференція SCIENTIFIC PROGRESS: INNOVATIONS, ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS (м. Мюнхен, 29-31 травня 2023 року); Міжнародна науково-практична конференція «Сучасна наука та освіта: новітня соціокультурна проєкція» / The International Scientific-Practical Conference «Modern Science and Education: The Latest Sociocultural Projection» (21–22 травня 2024 року).

Всеукраїнських: Науково-популярний захід для молодих учених «Ніч молодіжної науки – 2023 в умовах війни» Ради молодих вчених при МОН (м. Київ, 2023 рік); Всеукраїнська науково-практична конференція «Теорія і практика використання інформаційних технологій в умовах цифрової трансформації освіти» (м. Київ, 29 червня 2023 року) ; Науково-популярний захід для молодих учених «Ніч молодіжної науки – 2024 в умовах війни» Ради молодих вчених при МОН (м. Київ, 2024 рік); II Всеукраїнська науково-практична конференція Теорія і практика використання інформаційних

технологій в умовах цифрової трансформації освіти (м. Київ, 19-20 червня 2024 року); Всеукраїнська науково-практичний онлайн-конференція «Дослідження молодих вчених: від ідеї до реалізації» (м. Київ, 2024 рік); Методологічний семінар «Національна солідарність української молоді: виклики, тенденції і стратегії» в рамках щорічної виставки «Інноватика в сучасній освіті. World Edu» (24 жовтня 2024 рік); конференція від ІТ-компанії Genesis «Innovating Education: підходи неформальної освіти та інновації для українських ЗВО» та представив результати дослідницької роботи щодо мобільних технологій у STEM-освіті (3 травня 2025 рік).

Отримані наукові результати обговорювалися на щорічних звітних наукових конференціях аспірантів і науковців інформаційних технологій та програмування УДУ імені Михайла Драгоманова.

Публікації. За результатами дисертаційного дослідження опубліковано в 18 роботах (із них 14 – одноосібні), з них 6 у фахових виданнях та 12 матеріалів у тезах конференцій, які додатково відображають результати дослідження.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається із вступу, трьох розділів, висновків до розділів, загальних висновків, списку використаних джерел (138 найменувань, з них 67 – закордонних), 6 додатків на 16 сторінках. Робота містить 2 таблиці, 17 рисунків. Загальний обсяг дисертації становить 236 сторінок, із них основного тексту – 194 сторінки.

Розділ 1.

ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ НАВЧАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1. Підготовка майбутніх учителів природничих наук до створення та використання мобільних застосунків навчального призначення як педагогічна проблема

Сучасна освіта все більше інтегрується з мобільними застосунками, що призводить до значних змін у методах викладання та організації навчального процесу. Відповідно, майбутні вчителі, зокрема вчителі природничих дисциплін, мають бути готовими не лише до передавання знань, але й до ефективного використання та створення цифрових освітніх ресурсів таких як мобільні застосунки. Такий підхід дозволить оптимізувати освітній процес, зробити його інтерактивним та адаптивним як до індивідуальних потреб учнів так і до викликів сьогодення (карантини, війни та інші).

Важливим етапом підготовки майбутніх учителів є психолого-педагогічний компонент, оскільки саме він визначає, як учитель буде взаємодіяти з учнями в цифровому середовищі. Загальновідомим є той факт, що використання цифрових технологій у навчанні створює нові можливості [1], але також ставить перед учителем завдання з розуміння та адаптації до нових форм взаємодії:

– розвиток цифрової грамотності – учитель повинен володіти базовими знаннями про технології, які він використовує в освітньому процесі, розуміти їх потенціал і обмеження. В тому числі знання про психолого-педагогічні аспекти впливу цифрових технологій на навчання, зокрема, як вони впливають на увагу, пам'ять, мотивацію та розвиток критичного мислення.

– особистісно-орієнтоване навчання – цифрові середовища дозволяють реалізувати підхід до особистісно-орієнтованого навчання, де кожен учень отримує можливість навчатися у своєму темпі та за власною програмою. Вчителі повинні бути підготовлені до створення таких умов, де кожен учень зможе максимально реалізувати свій потенціал;

– педагогіка партнерства – використання цифрових інструментів відкриває можливості для розвитку педагогіки партнерства, де учитель і учень спільно працюють над навчальними завданнями, вчитель стає не лише джерелом знань, але й наставником, консультантом і партнером у процесі навчання.

– Важливою складовою підготовки вчителів є їх готовність до використання сучасних цифрових ресурсів та технологій. У цифровому навчальному середовищі інформатична підготовка означає не лише знання про наявні цифрові інструменти, але й вміння їх ефективно використовувати в освітньому процесі:

– опанування цифровими інструментами – вчителі повинні знати, як використовувати різноманітні навчальні платформи, онлайн-ресурси, інтерактивні дошки, віртуальні лабораторії та інші інструменти, що допомагають візуалізувати та моделювати складні природничо-наукові процеси;

– інтеграція технологій у навчальні програми – цифрові технології повинні бути органічно вплетені у навчальні програми, а не використовуватися як додатковий чи окремий елемент. Це потребує від учителя вміння інтегрувати цифрові ресурси у викладання таким чином, щоб вони сприяли досягненню навчальних цілей, а не відволікали учнів;

– творче використання цифрових середовищ – важливо, щоб вчителі могли не лише використовувати наявні цифрові ресурси, але й створювати власні навчальні матеріали, адаптовані до конкретних потреб своїх учнів. Наприклад, розроблення інтерактивних завдань, створення мультимедійних презентацій, відеоуроків, блогів та інших цифрових матеріалів.

Слід зауважити, що проєктування мобільних застосунків, як складової цифрового середовища, навчального призначення потребує методичного підходу, який забезпечить максимальну ефективність використання цих середовищ в освітньому процесі. Вчителі повинні вміти розробляти, оцінювати та вдосконалювати форми та методи навчання інтегруючи в них цифрові освітні ресурси:

- розробляти навчальні курси, які містять цифрові інструменти. Сюди відносимо не лише створення навчальних матеріалів, але й планування навчальної діяльності, оцінювання знань та вмінь учнів з використанням цифрових платформ;

- навчальні мобільні застосунки надають широкі можливості для диференціації навчання, коли завдання та матеріали можуть бути адаптовані до рівня підготовки кожного учня. Учитель повинен вміти розробляти завдання різного рівня складності, які дозволяють кожному учню досягти своїх навчальних цілей;

- вчителі повинні вміти оцінювати ефективність використання мобільних застосунків, збирати зворотний зв'язок від учнів та коригувати свою роботу відповідно до результатів. Сюди відносимо постійний аналіз успішності учнів, їх залучення до навчання та задоволення від освітнього процесу.

З огляду на стрімкий розвиток інформаційних технологій, особливу увагу слід приділяти формуванню інформаційної грамотності у майбутніх учителів. Це передбачає не лише вміння працювати з інформацією, але й розуміння етичних аспектів її використання. Важливо навчити вчителів-предметників критично аналізувати інформацію, оцінювати її надійність і достовірність, а також розрізняти фейкові новини від перевірених джерел. Це має важливе значення в умовах вільного доступу учнів до мережі Internet.

Використання цифрових технологій пов'язане з певними етичними викликами, такими як захист персональних даних, авторське право, етичне

використання ресурсів та інші. Вчителі повинні знати ці аспекти та бути готовими до їх застосування у своїй педагогічній діяльності.

Майбутні вчителі повинні бути готовими не лише самі володіти інформаційною культурою, але й формувати її у своїх учнів. Формування полягає у навчанні учнів безпечного та ефективного використання цифрових технологій, вміння працювати з інформацією та критично її оцінювати.

Інтеграція мобільних застосунків в освітній процес природничих дисциплін створює нові можливості для навчання, але також потребує від вчителів спеціальних знань та вмінь.

Одним з ефективних інструментів у навчанні природничих дисциплін є віртуальні лабораторії та симуляції, які дають можливість учням експериментувати та досліджувати різні явища, які важко або неможливо відтворити у реальних умовах. Вчителі повинні знати, як інтегрувати ці інструменти у навчальний процес, щоб вони сприяли глибшому розумінню навчального матеріалу.

Використання мультимедійних ресурсів, таких як відео, анімації, інфографіки, допомагає візуалізувати складні концепції та процеси, робить навчання більш наочним та зрозумілим. Вчителі повинні вміти створювати та використовувати такі ресурси у своїй роботі.

Навчальні платформи дозволяють організувати дистанційне навчання, яке стало особливо актуальним в умовах пандемії. Вчителі повинні бути готовими до використання таких платформ, знати, як організувати дистанційні уроки, спілкуватися з учнями онлайн, проводити тести та оцінювати знання у цифровому форматі.

Використання ігрових методів та цифрових елементів у навчанні сприяє підвищенню мотивації учнів до освітнього процесу. Вчителі повинні знати, як розробляти навчальні ресурси або використовувати готові освітні платформи для підвищення інтересу здобувачів освіти до процесу навчання.

Отже, підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання цифрових середовищ є багатогранним

процесом, який передбачає як теоретичну так і практичну підготовку. Вчителі за таких умов повинні не тільки мати технічні знання, але й вміння використовувати ці знання у поєднанні з педагогічними та методичними підходами, що забезпечить високу якість навчального процесу у сучасній цифровій школі.

Підсумовуючи наведені вище положення потрібно зазначити, що підготовка майбутніх учителів до використання мобільних застосунків навчального призначення на сьогодні є однією з актуальних педагогічних проблем. Використання мобільних застосунків в освітньому процесі сприяє підвищенню ефективності викладання, розвитку навичок самоосвіти учнів і студентів, а також дозволяє оптимізувати методи навчання. Однак, незважаючи на значний потенціал цифрових технологій, існує низка викликів та проблем, пов'язаних із їхньою інтеграцією у педагогічну практику.

У цьому сенсі необхідно розглянути цифрові середовища навчального призначення та означити їх особливості.

Цифрові середовища навчального призначення – це платформи, ресурси та інструменти, що використовуються для організації навчального процесу в електронному форматі. Вони, як правило, містять:

- системи управління навчанням (LMS) – Moodle, Google Classroom, Edmodo та інші;
- інтерактивні освітні платформи – Khan Academy, Coursera, EdX та інші;
- електронні підручники та мультимедійні ресурси;
- інтерактивні дошки та мобільні застосунки для навчання;
- інструменти віртуальної та доповненої реальності.

Використання наведених вище платформ, ресурсів та інструментів дозволяє персоналізувати освітній процес, забезпечити адаптивне навчання для різних категорій учнів. Але, незважаючи на позитивний потенціал цифрових середовищ, процес їх впровадження стикається з низкою труднощів.

Вкажемо основні виклики та проблеми підготовки майбутніх вчителів:

1. Недостатня цифрова компетентність педагогів. Багато вчителів не мають необхідних навичок для ефективного використання цифрових інструментів.

2. Опір змінам та традиційні методики. Частина педагогів не готова відмовитися від звичних методів навчання та перейти до цифрового формату.

3. Обмежені ресурси та технічне забезпечення. Не всі заклади освіти мають достатню технічну інфраструктуру для впровадження цифрових технологій.

4. Проблеми академічної доброчесності. Використання цифрових середовищ сприяє розвитку дистанційного навчання, однак водночас підвищує ризики академічного плагіату.

5. Необхідність нових підходів до педагогічної підготовки. Відсутність чітких стандартів щодо інтеграції цифрових технологій у навчальний процес створює проблему для освітніх програм.

Відповідно, для ефективної підготовки майбутніх учителів до роботи з цифровими середовищами необхідно впроваджувати комплексні заходи, а саме:

1. Розроблення освітніх програм із цифрової педагогіки. Додавання в навчальні плани курсів з інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).

2. Підвищення кваліфікації вчителів. Організація тренінгів, семінарів та курсів із використання цифрових технологій у викладанні.

3. Забезпечення технічної підтримки. Оснащення ЗЗСО і ЗВО сучасними ІКТ-ресурсами.

4. Формування цифрової культури. Створення освітнього середовища, яке стимулює викладачів до використання цифрових технологій.

5. Дослідження ефективності цифрового навчання. Підготовка наукових досліджень щодо впливу цифрових технологій на якість освіти.

Розвиток цифрових технологій та їх впровадження в освітній процес стали об'єктом численних наукових досліджень. Дослідники різних країн аналізують вплив цифрових середовищ навчального призначення на якість

освіти, методи підготовки майбутніх педагогів до роботи в цифровому середовищі, а також виклики, що виникають у процесі впровадження цифрових технологій в освіту.

Результати численних наукових праць свідчать про роль цифрових технологій у педагогічній практиці, що постійно зростає. Дослідження О. Іваненко [2] свідчить, що інтеграція цифрових середовищ у навчальний процес сприяє підвищенню мотивації студентів та дозволяє реалізувати індивідуальний підхід до навчання. У дослідженні Л. Петрової [3], автор наголошує на необхідності формування цифрової компетентності у викладачів ще на етапі професійної підготовки.

Одним із ключових аспектів підготовки майбутніх учителів до використання цифрових середовищ є формування цифрової компетентності. У дослідженні А. Ферарі [4] автором запропоновано модель цифрової компетентності, яка включає п'ять ключових аспектів:

- інформаційну грамотність (уміння шукати, аналізувати та оцінювати інформацію);
- комунікацію та співпрацю (використання цифрових технологій для спілкування та командної роботи);
- створення цифрового контенту (розроблення навчальних матеріалів у цифровій формі);
- безпеку (усвідомлення ризиків і правил кібербезпеки);
- вирішення технічних проблем (здатність адаптуватися до нових технологій).

Дослідження групи вчених на чолі з Р. Вуорікарі [5] містить варіант розширення цієї моделі. Автори зазначають, що сучасний учитель повинен не лише вміти працювати з цифровими інструментами, але й розвивати критичне мислення, а також допомагати учням аналізувати інформацію з цифрових джерел.

Аналіз наукових праць свідчить про те, що рівень цифрової підготовки майбутніх педагогів значно варіюється залежно від країни, освітньої програми

та доступу до ресурсів. Так у статті М. Келер та П. Мішра [6] науковці представляють концепцію TRACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) [7], яка підтверджує важливість інтеграції технологічних, педагогічних і предметних знань для ефективного використання цифрових технологій у навчанні.

У дослідженні Р. Хямяляйнена, К. Кійлі К. та Е. Лехтінен [8] автори зазначають, що цифрові середовища дають можливість майбутнім учителям застосовувати гнучкі методи навчання, наприклад:

- адаптивне навчання, що підлаштовується під рівень знань студентів;
- цифровізація освітнього процесу (використання цифрових ресурсів під час освітнього процесу);
- використання віртуальної та доповненої реальності у навчанні.

Результати експериментального дослідження К. Редекер К. та Й. Пуні [9] демонструють, що студенти педагогічних спеціальностей, які проходили курс з цифрової педагогіки, мають значно вищий рівень готовності до використання цифрових технологій у навчальному процесі.

Незважаючи на активне використання цифрових технологій у навчанні, існує низка викликів, які ускладнюють процес їх інтеграції у педагогічну підготовку майбутніх учителів.

У роботі С. Говарда, Дж. Тондеура та Ф. Сіддіка [10] дослідники показали, що однією з головних проблем є недостатня підготовка викладачів педагогічних університетів до викладання дисциплін у цифровому форматі. Науковці вказують на те, що традиційні методи навчання часто не містять інтерактивних інструментів, що гальмує розвиток цифрових компетенцій у студентів.

Вчені Т. Тео, В. Мілутіновича та М. Чжоу у статті [11] виділяють ще одну важливу проблему – низьку мотивацію майбутніх учителів до використання цифрових технологій. Причини цього явища вони вбачають у:

- браці доступу до якісного цифрового контенту;
- низькому рівні підтримки з боку адміністрації навчальних закладів;

- відсутність чітких освітніх стандартів щодо використання цифрових середовищ.

Крім того, в роботі [12] М. Шмід, М. Герц та Л. Берманн наголошують на тому, що в умовах дистанційного навчання зростає потреба у розвитку навичок самоменеджменту у студентів педагогічних спеціальностей.

Потрібно зазначити, що на сьогодні є чимало успішних практик інтеграції цифрових технологій у підготовку вчителів. Наприклад, С. Кумар та К. Вігіл [13] демонструють ефективні програми підготовки які містять:

- практичне навчання (студенти мають можливість використовувати цифрові платформи у реальних навчальних ситуаціях);
- підтримку з боку менторів (досвідчені викладачі допомагають студентам освоювати цифрові інструменти);
- інструменти розвитку критичного мислення щодо цифрового контенту.

Важливим аспектом є і формування педагогічного дизайну для цифрового навчання Д. Лорілард [14] наголошує, що традиційні педагогічні моделі не завжди працюють у цифровому форматі, тому необхідно адаптувати стратегії навчання до умов цифрової реальності.

Отже, наведений аналіз наукових досліджень свідчить, що підготовка майбутніх учителів до використання цифрових середовищ навчального призначення є багатовимірною проблемою, яка передбачає формування цифрової компетентності, інтеграцію цифрових платформ у навчальний процес та подолання викликів, пов'язаних із використанням традиційних методів навчання.

А тому, попри численні виклики, успішні стратегії підготовки передбачають практичне навчання здобувачів освіти з використанням цифрових платформ, підтримку менторів та розробку педагогічних підходів, адаптованих до цифрової епохи. Відповідно, для забезпечення ефективного впровадження мобільних застосунків як компонентів цифрових середовищ,

необхідно модернізувати навчальні програми університетів, підвищувати кваліфікацію викладачів та надавати технічну підтримку закладам освіти.

Мобільний застосунок навчального призначення (МЗНП) є важливим елементом сучасної освітньої практики. Він формується завдяки взаємодії педагогічних стратегій, інформаційно-комунікаційних технологій і цифрових платформ, які забезпечують підтримку процесів навчання, викладання та оцінювання. Попри використання МЗНП, що зростає, в науковій літературі існує множинність підходів до його визначення, яка потребує критичного аналізу.

Мобільний застосунок навчального призначення зазвичай розглядається як інтегрована система цифрових інструментів, ресурсів і методів, що сприяє організації навчального процесу. Наприклад, Дж. Мур, К. Діксон-Дін та К. Галіен [15] аналізують подібність і відмінність понять e-learning, online learning та distance learning, підкреслюючи, що всі вони передбачають створення специфічного навчального середовища, зорієнтованого на гнучкість, доступність і персоналізацію.

Інший підхід, запропонований групою вчених С. Кумар-Басак, М. Вотто та П. Беланже [16], містить розмежування понять E-learning, M-learning та D-learning, та акцентує увагу на різних технологічних і педагогічних аспектах середовищ, що використовуються в освітньому контексті.

Маріке де Віт, Герман ван Домпселер [17] пропонують модульний підхід до побудови цифрового навчального середовища, де окремі компоненти інтегруються в єдину систему, що функціонує як цілісне середовище навчання.

Існують підходи до визначення ЦСНП, що підкреслюють індивідуальний та соціальний контексти навчання. Наприклад, в роботі [18] Е. Кюммель, Я. Москалюк, У. Кресс та Дж. Кіммерле дослідили вплив індивідуальних і колективних факторів на ефективність цифрових навчальних середовищ у вищій освіті.

Історичну еволюцію понять, пов'язаних із онлайн-навчанням, ретельно досліджено в роботі В. Сінгх та А. Турман [19], які систематизували понад 30-річну літературу щодо визначення онлайн-навчання, що дозволяє зрозуміти трансформацію концепцій ЦСНП в контексті технологічного поступу.

Дж. Реня у своїй роботі [20] запропонував концепцію «цифрової екосистеми навчання», яка розглядає ЦСНП як динамічну, багаторівневу систему взаємодії користувачів, контенту і технологій.

Наведений аналіз сучасних підходів науковців демонструє, що цифрове середовище навчального призначення не має єдиного усталеного визначення. Натомість, існує спектр підходів, які пов'язані з технологічними, педагогічними, соціальними або індивідуальними аспектами освітнього процесу. Тому ефективна реалізація ЦСНП, а отже і МСНП має ґрунтуватися на міждисциплінарному підході та враховувати контекст навчальної діяльності, потреби здобувачів освіти і динаміку технологічного розвитку.

Оскільки у сучасній освіті ЦСНП, а отже і МСНП відіграють ключову роль у створенні інноваційних підходів до навчання та викладання, на основі аналізу досліджень науковців та власних досліджень, визначимо їх характеристики, види та класифікацію.

Однією з ключових ознак ЦСНП є можливість інтерактивної взаємодії між користувачами та навчальним контентом. Взаємодія відбувається у різних форматах: від простого натискання кнопок у навчальному модулі до активної участі в симуляціях та цифрових завданнях.

Приклади інтерактивності в ЦСНП:

- адаптивні навчальні платформи (Coursera, Duolingo і інші), які змінюють завдання залежно від відповідей користувача;
- віртуальні лабораторії (Labster, PhET і інші), що дозволяють проводити експерименти у симульованому середовищі;
- обговорення на форумах та відеоконференції, що сприяють обміну знаннями між студентами та викладачами.

Згідно з дослідженням Д. Лоріларда [21], інтерактивність сприяє глибшому засвоєнню матеріалу завдяки активному залученню учнів у процес навчання. Відповідно, використання ЦСНП передбачають здатність (наявність механізму) підлаштовуватися під рівень знань і потреби учня.

Використання алгоритмів штучного інтелекту дозволяє персоналізувати освітній процес, пропонує матеріали та завдання відповідно до рівня підготовки здобувача освіти.

Основні елементи адаптивності:

- динамічні тести, що змінюють рівень складності залежно від успішності відповідей;
- автоматизовані системи аналізу прогресу, які генерують індивідуальні рекомендації;
- використання нейромереж для побудови індивідуальних освітніх траєкторій (наприклад, IBM Watson Education).

Відповідно дослідження К. Редекера та Ю. Пуні [22], адаптивні системи сприяють підвищенню ефективності навчання, через зменшення рівня когнітивного навантаження та забезпечую здобувачів освіти лише актуальним матеріалом.

ЦСНП забезпечують доступність освітніх матеріалів будь-коли та з різноманітних пристроїв, що робить освітній процес гнучким, індивідуальним та ефективним зазначає В. Биков [23].

Приклади гнучкості:

- мобільні застосунки для навчання (Khan Academy, Google Classroom);
- можливість проходження курсів у зручний для користувача час (МООС-платформи – Coursera, EdX);
- використання хмарних технологій для збереження та синхронізації матеріалів (Google Drive, Microsoft OneDrive).

У дослідженні [24] автор відзначає, що мобільне навчання, як складова цифрового середовища навчального призначення надає можливість активної

підтримки комунікації між здобувачами освіти, викладачами та навіть зовнішніми експертами

Форми кооперативного навчання у ЦСНП містять:

- спільні проєкти у віртуальних середовищах (Google Docs, Trello, Miro).
- онлайн-дискусії та вебінари (Zoom, Microsoft Teams).
- використання цифрових освітніх елементів для заохочення командної роботи (Kahoot, Quizlet).

Дослідники у статті [25] підкреслюють, що соціальне навчання через цифрові технології дозволяє створити інтерактивне освітнє середовище, сприяє розвитку критичного мислення та навичок співпраці.

Через зростання використання цифрових середовищ важливою стає проблема безпеки даних користувачів. Інформаційна безпека охоплює:

- захист персональних даних (GDPR, FERPA);
- контроль доступу до навчальних матеріалів;
- використання шифрування для передачі даних.

Відповідно до дослідженням М. Женченко [26], захист конфіденційності даних є ключовим фактором при виборі цифрових навчальних середовищ, особливо у контексті дистанційного навчання.

Упровадження цифрових середовищ навчального призначення є невід'ємною складовою сучасної педагогіки, сприяючи адаптивності, інтерактивності та персоналізації освітнього процесу [27]. Завдяки цифровим платформам є можливим дистанційне навчання, автоматизоване оцінювання, застосування інноваційних методів навчання, зокрема використання цифрових ресурсів та адаптивного навчання.

Попри всі переваги, цифрові навчальні середовища мають низку викликів, що ускладнюють їх повноцінне впровадження в освітній процес. Однією з основних проблем є недостатній рівень цифрової грамотності педагогів. Крім того, рівень цифрової грамотності викладачів залишається недостатнім, що ускладнює ефективне використання цифрових платформ у

навчальному процесі, оскільки багато викладачів не мають достатніх навичок роботи з цифровими платформами або не використовують їх у повній мірі через відсутність відповідної підготовки [27].

У роботі Д. Лоріларда [28] представлено аналіз переваг та викликів використання цифрових ресурсів в освітньому процесі, їх застосування на різних рівнях навчання та перспективи розвитку, на основі наукових дослідженнях та актуальних практик. Зазначено, що автоматизація оцінювання та надання зворотного зв'язку також є значною перевагою цифрових середовищ. Платформи Moodle та Google Classroom, дозволяють створювати тести та завдання, що перевіряються автоматично, зменшуючи навантаження на викладачів та надаючи студентам можливість швидко отримувати результати своїх робіт [28].

Ще одним важливим аспектом є питання безпеки даних і конфіденційності. Використання цифрових платформ передбачає зберігання великої кількості персональної інформації студентів і викладачів. Це створює ризики витоку даних, зловживань та кіберзагроз [28].

На думку М. Гура цифрові навчальні середовища мають низку переваг, які сприяють удосконаленню педагогічного процесу та забезпечують ефективне засвоєння знань. Однією з ключових переваг є доступність освітніх матеріалів у будь-де та будь-коли. Особливої актуальності такі середовища набирають під час дистанційного навчання для учнів і студентів, які поєднують навчання з роботою або мають обмежений фізичний доступ до закладів освіти [29].

Ще однією важливою перевагою є персоналізація навчального процесу. Адаптивні навчальні системи, такі як Coursera та Duolingo, використовують алгоритми штучного інтелекту для аналізу успіхів студентів і підлаштовують контент відповідно до їхнього рівня знань і потреб [30]. Має місце індивідуальний підхід до кожного здобувача освіти, що сприяє ефективному засвоєнню матеріалу.

Корпоративне навчання також передбачає активне використання цифрових середовищ для підвищення кваліфікації працівників. Наприклад, LinkedIn Learning та SAP Learning Hub пропонують курси з професійного розвитку, які можна проходити у зручний для користувачів час [30].

Але незважаючи на широкий доступ до інформаційних технологій, не всі заклади освіти мають достатню технічну інфраструктуру для ефективного впровадження новітніх технологій. Не всі заклади освіти мають необхідну інфраструктуру для якісного впровадження цифрових технологій. В умовах недостатнього доступу до швидкісного Інтернету або сучасного обладнання, використання цифрових середовищ має труднощі [30].

Цифрові середовища сприяють розвитку цифрових компетентностей як у студентів, так і у викладачів. Вони містять навички використання онлайн-інструментів, спільної роботи, пошуку та критичного аналізу інформації [31]. Наприклад, робота в Google Docs, Trello та Microsoft Teams навчає студентів ефективно організовувати групові проєкти та комунікувати у цифровому середовищі.

Цифрові навчальні середовища активно використовуються на різних рівнях освіти. У школах вони застосовуються для організації дистанційного навчання, інтерактивних уроків та адаптивного навчання. Наприклад, Google Classroom дає можливість вчителям організовувати освітній процес, роздавати завдання, перевіряти роботи та комунікувати із здобувачами освіти в онлайн-режимі [32].

У вищій освіті цифрові середовища використовуються для проведення онлайн-лекцій, дистанційного тестування та організації спільної роботи студентів. Такі платформи, як Moodle та EdX, надають студентам доступ до навчальних матеріалів, дають можливість брати участь у форумах та отримувати консультації від викладачів у режимі реального часу [31].

Сучасний етап розвитку цифрових технологій відкриває нові перспективи для трансформації освіти, зокрема шляхом інтеграції штучного інтелекту (ШІ) в освітні практики. Використання інтелектуальних систем в

освітньому процесі стає не просто трендом, а необхідністю, що відповідає викликам часу. ІІІ-технології здатні персоналізувати навчання, аналізувати динаміку академічного прогресу учнів, виявляти прогалини в знаннях та надавати індивідуалізовані рекомендації щодо подальшого навчання.

У контексті природничої освіти та підготовки майбутніх учителів інтеграція систем ІІІ особливо актуальна, адже дозволяє оптимізувати навчальні траєкторії, підвищити ефективність вивчення складних теоретичних понять та сприяти розвитку критичного мислення. Крім того, штучний інтелект може виступати потужним інструментом для автоматизації оцінювання, побудови адаптивних тестів і реалізації зворотного зв'язку в навчально-інформаційних середовищах, зокрема у віртуальних кабінетах природничих дисциплін.

Для майбутніх педагогів важливо не лише опанувати ці технології, а й навчитися їх дидактично обґрунтовано застосовувати, проєктуючи навчальні мобільні застосунки із вбудованими ІІІ-модулями. Такий підхід забезпечить гнучкість і адаптивність освітнього процесу, а також сприятиме формуванню у студентів цифрової та методичної компетентностей нового рівня [27].

Віртуальна та доповнена реальність також є перспективним напрямком у цифровій освіті. Наприклад, Google Expeditions дає можливість студентам здійснювати віртуальні екскурсії, що робить навчальний процес цікавішим та більш наочним [31].

Мікронавчання та модульний підхід до освіти стають популярнішими, оскільки вони дозволяють студентам навчатися короткими, цільовими блоками, що підвищує запам'ятовування та розуміння навчального матеріалу [32].

Підсумовуючи наведені вище характеристики цифрових середовищ навчального призначення, зазначимо, що саме вони визначають їх ефективність в освітньому процесі. Інтерактивність, адаптивність, гнучкість, кооперативність, безпека і інші характеристики є ключовими параметрами, що забезпечують комфортне та результативне використання цифрових технологій

у навчанні. Наведені вище дослідження підтверджують, що розвиток та вдосконалення ЦСНП дозволяє створювати персоналізовані, зручні та безпечні освітні середовища.

Важливою складовою дослідження цифрових навчальних середовищ є їх класифікація за різними критеріями, такими як рівень інтерактивності, функціональність, рівень автономності, цільове призначення і т.ін. Розуміння сутності різних типів ЦСНП допомагає ефективно інтегрувати їх у навчальний процес, адаптуючи під потреби викладачів та студентів.

Розглянемо класифікацію цифрових навчальних середовищ *за рівнем інтерактивності*, що визначає наскільки успішно учасники освітнього процесу можуть взаємодіяти із навчальним контентом та один з одним.

Пасивні середовища містять статичний контент, який не передбачає активної взаємодії. Здобувачі освіти отримують інформацію у вигляді електронних підручників, відеолекцій або презентацій. Перевагою таких середовищ є зручність у використанні та можливість отримати якісні матеріали, а недоліками – відсутність інтерактивності та неможливість перевірки засвоєння матеріалу.

Активні середовища передбачають певний рівень взаємодії користувачів із контентом. Здобувачі освіти можуть відповідати на запитання, виконувати тестові завдання, брати участь у симуляціях, наприклад: онлайн-тести (Google Forms, Quizlet); віртуальні лабораторії (PhET, Labster); адаптивні підручники (Khan Academy). Можливість самостійного контролю знань та інтерактивне навчання є перевагою таких середовищ, а обмежена комунікація між учасниками – головним недоліком.

Інтерактивні середовища забезпечують повноцінну взаємодію між студентами, викладачами та навчальними матеріалами. Вони використовують технології штучного інтелекту, цифровізації (Kahoot, Duolingo), VR/AR. Перевагою таких середовищ є висока мотивація й ефективне засвоєння матеріалу, а недоліком – висока вартість впровадження та потреба в додаткових навичках.

Інший підхід до класифікації цифрових навчальних середовищ розглядає *функціональні можливості* таких середовищ, тобто яким чином цифрове середовище використовується в навчальному процесі.

Навчальні платформи – це системи управління навчальним процесом (Learning Management System, LMS), що використовуються для організації освітнього процесу, надання матеріалів, тестування та взаємодії між викладачами та студентами. Moodle, Google Classroom, Blackboard та інші платформи мають незаперечні переваги - централізоване управління навчальним процесом, можливість зберігання матеріалів. Недоліками є потреба в адмініструванні, навчанні викладачів.

Освітні портали – це веб-сайти, які надають доступ до навчальних ресурсів у різних галузях знань: Coursera, EdX – для університетських курсів, Prometheus – українська MOOC-платформа, Академія Khan – навчальні курси для школярів мають наступні переваги: безкоштовний доступ, велику кількість курсів, але мають недоліки, що полягає у відсутності персоналізації навчання.

Електронні бібліотеки Google Scholar, CORE, arXiv та інші, що надають доступ до наукових публікацій, книг, досліджень мають переваги у забезпеченні широкого доступу до наукових матеріалів, але недоліком є обмежений доступ до деяких платних статей та недоцільність використання їх для учнів загальноосвітніх закладів освіти.

Віртуальні лабораторії Labster, PhET Interactive Simulations та інші – це інтерактивні платформи, що дозволяють учням проводити експерименти у віртуальному середовищі мають переваги у безпечності та доступності, але не завжди можуть замінити реальні лабораторні експерименти.

Класифікація за *типом користувачів* зорієнтована на різні категорії користувачів, що потребують специфічних функцій цифрових середовищ.

Шкільні цифрові середовища Google Classroom (управління класною діяльністю), Kahoot (інтерактивні тести та вікторини), Duolingo (вивчення мов у мобільному застосунку) призначені для учнів молодшої, середньої та

старшої школи. Забезпечують інтерактивне навчання з адаптацією до рівня учнів, інтерактивним форматом та використанням мобільних застосунків для підвищення мотивації, але мають обмежені можливості для наукових досліджень.

Університетські цифрові середовища Moodle (інструмент для проведення лекцій, тестів та взаємодії між студентами), EdX, Coursera (онлайн-курси університетського рівня), Zotero, Mendeley (менеджери бібліографії для наукових досліджень) розраховані на потреби студентів та викладачів у вищій освіті. Забезпечують глибший рівень контенту та доступ до наукових ресурсів, але мають складності освоєння новими користувачами.

Корпоративні навчальні середовища LinkedIn Learning (курси для професійного розвитку) та SAP Learning Hub (навчання з програмного забезпечення для бізнесу) використовуються для професійного навчання та підвищення кваліфікації з фокусом на практичне навчання та реалізацію гнучких графіків і доступність курсів.

Класифікація за *дидактичними функціями* включає контентно-орієнтовані середовища Google Scholar, arXiv (електронні бібліотеки), Wikipedia, Encyclopedia Britannica (освітні портали), що містять навчальні матеріали без можливості активної взаємодії та комунікаційні середовища Microsoft Teams (організація вебінарів), Zoom (проведення онлайн-занять) і інші, що фокусуються на взаємодії між студентами та викладачами забезпечуючи можливість спільного навчання, але залежать від якості Інтернет-з'єднання.

Для нашого дослідження важливо виокремити класифікацію цифрових навчальних середовищ за *рівнем автономності*. Автоматизовані системи адаптивного навчання Smart Sparrow, Knewton та самонавчальні чат-боти надають можливість навчатися у власному темпі, але не забезпечують підтримки з боку викладача.

На наш погляд, незважаючи на бажання здобувачів освіти до самостійності та автономності освітній процес має бути контрольованим і

живим. Прикладами є Blended learning (змішане навчання) у LMS та онлайн-курси із зворотним зв'язком від викладача, які мають переваги у гнучкості та персоналізації навчання, але мають потребу в координації викладачем.

В Україні змішаний формат навчання набув широкого розповсюдження та став однією з ключових форм організації освітнього процесу. Такий формат поєднує елементи традиційного (очного) та дистанційного навчання і є ефективним засобом забезпечення безперервності освіти в умовах надзвичайних ситуацій, мобільності здобувачів освіти та обмеженого доступу до фізичної інфраструктури закладів. Тому, слід виділити змішані системи, що поєднують online- та offline формати навчання. Прикладами реалізації такого підходу є фліп-клас (Flipped Classroom), а також точкова імплементація цифрових ресурсів у традиційному навчанні.

Технологічні особливості визначають яким чином цифрові навчальні середовища функціонують і взаємодіють з користувачами. Вони можуть бути локальними, хмарними або гібридними.

Локальні навчальні середовища (ЛНС) являють собою програмні системи, які встановлюються на конкретний пристрій або локальний сервер навчального закладу у вигляді спеціалізованого програмного забезпечення (MATLAB, AutoCAD, SPSS), offline-версій навчальних програм (STEM-лабораторії) або локальних бібліотек електронних ресурсів. Перевагами ЛНС є висока безпека даних та можливість роботи без доступу до Інтернету, недоліком - обмежений доступ для дистанційного навчання та необхідність регулярного оновлення вручну.

Хмарні навчальні середовища Google Classroom, Microsoft Teams, Coursera, EdX, Prometheus функціонують через Інтернет і зберігають дані на віддалених серверах і забезпечують доступ з будь-якого пристрою та місця, автоматичні оновлення та збереження даних і можливість спільної роботи в режимі реального часу. Недоліками є залежність від Інтернет-з'єднання та питання конфіденційності й захисту даних.

Гібридні навчальні середовища Moodle (можуть працювати локально і в хмарі) та локальні сервери з інтеграцією до Google Drive або OneDrive поєднують локальні та хмарні компоненти, що забезпечує баланс між доступністю та безпекою, гнучкість у доступі та збереженні даних, можливість роботи як онлайн, так і офлайн. Недоліком є складність у налаштуванні та технічній підтримці.

Підсумовуючи наведену вище класифікацію цифрових середовищ навчального призначення зауважимо, що вона дозволяє визначити особливості ЦСНП, сфери їх застосування та ефективність використання у навчальному процесі, а вибір відповідного середовища залежить від цілей навчання, рівня взаємодії та потреб аудиторії.

Насамкінець зазначимо, що цифрові середовища навчального призначення стали невід'ємною частиною сучасного освітнього процесу, забезпечуючи доступність, персоналізацію та автоматизацію навчання. Однак для їхнього ефективного впровадження необхідно подолати виклики, пов'язані з технічними обмеженнями, безпекою даних та цифровою грамотністю викладачів. Розвиток штучного інтелекту, віртуальної реальності та мікронавчання відкриває нові перспективи для подальшого вдосконалення цифрових навчальних середовищ, трансформуючи освіту до рівня підвищення ефективності та доступності.

1.2. Використання мобільних навчальних застосунків в освітньому процесі в контексті формування цифрової компетентності учителя-предметника

У сучасних умовах розвитку освіти цифрові навчальні середовища стають невід'ємною частиною навчального процесу. Вони забезпечують можливості для інноваційного підходу до навчання, що дає можливість використовувати сучасні технології для підвищення ефективності викладання та навчання. Разом із розвитком цифрових технологій зростають і вимоги до

компетентності педагогів, які повинні володіти цифровими навичками для ефективного використання цифрових навчальних середовищ.

Цифрове середовище в сучасній освіті визначається як комплексна, технологічно насичена система, що забезпечує створення, передачу та використання інформаційних ресурсів, сприяючи активній взаємодії учасників освітнього процесу. Воно інтегрує різноманітні інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ), забезпечуючи доступність, гнучкість, інтерактивність та персоналізацію навчання.

Дослідники визначають цифрове середовище як відкритий освітній простір, що дозволяє ефективно впроваджувати сучасні педагогічні підходи, такі як змішане навчання, дистанційна освіта, персоналізоване навчання та адаптивні технології. Сучасне цифрове середовище передбачає використання цифрових освітніх платформ, сервісів хмарних обчислень, електронних освітніх ресурсів, соціальних мереж, систем дистанційного навчання (LMS), а також різноманітних мобільних технологій, серед яких особливе місце займають мобільні застосунки [33; 34]

Мобільний застосунок, як одна із складових цифрового освітнього середовища є програмним забезпеченням, розробленим спеціально для використання на мобільних пристроях (смартфонах, планшетах). Ці застосунки дозволяють реалізувати широкий спектр освітніх завдань: надавати інтерактивний контент, організовувати тестування знань, проводити моніторинг прогресу навчання учнів, підтримувати комунікацію між учасниками освітнього процесу.

Завдяки своїй доступності та зручності мобільні застосунки активно інтегруються в освітній процес закладів загальної середньої та закладів вищої освіти. Вони дозволяють учням і студентам отримувати навчальний контент будь-де та будь-коли, а також забезпечують миттєвий зворотний зв'язок із викладачем. Педагогам мобільні застосунки пропонують можливість швидко адаптувати навчальний матеріал до індивідуальних потреб учнів, сприяють

формуванню цифрових компетентностей та створенню мотиваційного середовища для навчання [35].

Таким чином, мобільний застосунок є невід'ємною частиною сучасного цифрового середовища, яка сприяє підвищенню якості освіти через активізацію навчально-пізнавальної діяльності учнів, підтримку мотивації та реалізацію сучасних освітніх технологій.

Одним із ключових аспектів впровадження цифрових навчальних середовищ є створення належних умов для їх використання. Сюди відносимо наявність відповідного технічного забезпечення, наприклад такого як комп'ютери, планшети, інтерактивні дошки та стабільний доступ до мережі Інтернет. Для ефективного функціонування цифрових середовищ необхідне створення інфраструктури, яка забезпечить підтримку навчального процесу та доступ до необхідних ресурсів[36].

Дослідження О. Струтинської, підкреслює важливість адаптації цифрових технологій у навчальному процесі, що сприяє підвищенню інклюзивності освіти та індивідуалізації навчальних траєкторій. Автор фокусується на необхідності методичного забезпечення педагогів та розроблені цифрових навчальних програм, що відповідають сучасним викликам освіти.

Зокрема, у монографії «Цифрові технології в освіті: сучасний досвід, проблеми та перспективи» досліджено позитивні та негативні наслідки цифровізації освіти, а також перспективи впровадження передових технологій в освітній процес [37]. Крім того, у монографії представлено комплексний огляд теоретико-методологічних основ і прикладних механізмів організації дистанційного навчання у закладах вищої освіти. Особливу увагу приділено використанню інтерактивних методів навчання, що сприяють підвищенню ефективності освітнього процесу в цифровому середовищі [38].

У статті І. Гораша «Формування цифрової компетентності майбутніх учителів у процесі професійної підготовки» акцентується увага на важливості розвитку цифрових навичок у майбутніх педагогів, що є необхідною умовою

ефективної професійної діяльності в умовах цифровізації освіти. Автор аналізує підходи до формування цифрової компетентності під час здобуття педагогічної освіти та обґрунтовує доцільність впровадження цифрових технологій у навчальний процес [39]. У статті «Зарубіжний досвід країн ЄС і перспективи для України у формуванні та розвитку цифрових навичок і цифрової компетентності» авторка розглядає європейський досвід у цій сфері та можливості його адаптації в Україні [40].

Важливим чинником проєктування та створення мобільного застосунку, як цифрового середовища навчального призначення є наявність відповідного програмного забезпечення, яке дозволяє організовувати дистанційне навчання, взаємодіяти між учасниками освітнього процесу та оцінювати результати навчання. Наприклад, методологія STEAM-орієнтованого навчання сприяє розвитку цифрових компетентностей педагогів передбачає використання спеціалізованих освітніх платформ та інтерактивних засобів навчання про що розказано у дослідженні Н. Сороко [41].

Важливим аспектом цифрових навчальних середовищ є також можливість персоналізації навчального процесу. Використання адаптивних технологій дозволяє створювати індивідуальні траєкторії навчання для кожного учня, що підвищує ефективність засвоєння ними матеріалу. Цифрові платформи дають можливість аналізувати успішність учасників освітнього процесу і адаптувати навчальні матеріали відповідно до їх потреб.

Важливою складовою ефективного впровадження цифрових технологій є формування у педагогів необхідної цифрової компетентності. Вона передбачає вміння використовувати цифрові технології в освітньому процесі, створювати та адаптувати освітній контент відповідно до потреб учнів, а також ефективно управляти цифровими ресурсами. Педагогам необхідно мати не лише базові навички роботи з комп'ютером, а й розуміння принципів цифрової педагогіки та онлайн-взаємодії як зазначено у дослідженні Р. Крумсвіка [42].

Цифрова компетентність учителя-предметника охоплює кілька важливих складових. По-перше, це технічна грамотність, що передбачає володіння базовими цифровими інструментами, такими як текстові редактори, електронні таблиці, системи керування навчальним процесом. По-друге, це педагогічна компетентність, яка полягає у здатності ефективно використовувати цифрові технології для покращення якості освітнього процесу та активізації здобувачів освіти. Цифрові технології сприяють розвитку критичного мислення, взаємодії в навчальному середовищі та підвищують мотивацію, що є особливо актуальним в умовах дистанційного навчання. Це підтверджують дослідження Л. Амхаг, Л. Хеллстрьом та М. Стігмар, які вказують на потребу викладачів у розвитку цифрової компетентності у вищій освіті [43].

Цифрові технології відіграють вирішальну роль у забезпеченні доступу до освітніх ресурсів, організації дистанційного навчання та впровадженні інтерактивних методів викладання. Вчителі, які володіють цифровими навичками, здатні не лише підвищувати якість навчання, а й ефективно взаємодіяти з учнями в онлайн-середовищі. Таким чином, цифрова компетентність стає обов'язковою складовою професійного розвитку педагогів.

Погоджуємося з ідеєю автора роботи, що цифрова компетентність вчителя передбачає розвиток умінь працювати з електронними освітніми платформами, створювати мультимедійний контент, забезпечення безпеки персональних даних та формування інформаційної грамотності здобувачів освіти [39]. Крім того, вчитель повинен володіти методиками інтеграції технологій в освітній процес, що є важливим аспектом сучасної педагогіки.

Одним із важливих компонентів цифрової компетентності є здатність використовувати сучасні інформаційні технології для організації освітнього процесу. Варто зауважити, що педагоги мають володіти навичками створення цифрового контенту, застосування інтерактивних технологій і адаптації методик викладання відповідно до потреб здобувачів освіти. Важливим

аспектом є також уміння аналізувати дані щодо навчальних досягнень учнів і впроваджувати персоналізований підхід до навчання.

Цифрова компетентність також передбачає знання та використання цифрових інструментів для співпраці, комунікації та самоосвіти. У дослідженні [44], зазначається, що використання цифрових ресурсів сприяє вдосконаленню навичок критичного мислення, творчого підходу до процесу навчання та самостійної роботи учнів.

Важливим аспектом є також розвиток цифрової компетентності майбутніх педагогів. У дослідженні І. Малишевська акцентує увагу на гендерних аспектах формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх вчителів, підкреслює необхідність врахування цих факторів у процесі підготовки педагогічних кадрів [45].

Науковці Д. Вербовецький та В. Олексюк дослідили вплив гейміфікації на розвиток цифрової компетентності бакалаврів інформатики, що є актуальним у контексті підготовки майбутніх вчителів до використання інтерактивних методів навчання в освітньому процесі [46].

Таким чином, цифрова компетентність вчителя-предметника є одним із визначальних факторів успішної педагогічної діяльності. Вона охоплює широкий спектр навичок – від технічної грамотності до методичної обґрунтованості використання цифрових технологій в освітньому процесі. Впровадження ефективних програм підвищення кваліфікації та адаптація міжнародного досвіду дозволить забезпечити високий рівень цифрової компетентності педагогів, що, у свою чергу, позитивно вплине на якість освіти загалом.

1.3. Мобільні технології як освітній інструмент вчителя

У сучасному освітньому процесі мобільні технології є невід’ємною частиною навчального середовища, що дозволяє вчителям значно підвищити ефективність викладання. Вони забезпечують доступ до великої кількості освітніх ресурсів, сприяють інтерактивності, гнучкості навчального процесу

та дають можливість адаптувати уроки відповідно до потреб і можливостей кожного учня. Використання мобільних технологій змінює роль учителя, роблячи його не лише джерелом знань, а й наставником, який спрямовує учнів у їхньому навчанні.

Розвиток мобільних технологій створює нові можливості для організації навчального процесу. Смартфони, планшети та спеціалізовані застосунки дають можливість вчителям проводити заняття з використанням доповненої реальності, інтерактивних тестів, симуляцій та інших цифрових інструментів, що сприяє активному навчанню, підвищенню мотивації учнів та полегшує засвоєння складних понять через візуалізацію навчального матеріалу. Розширене бачення мобільного навчання як ключового елементу цифрової трансформації вищої освіти демонструється у збірнику під редакцією Ф. Хаддаджа, К. Латтемана та Л. Акоста Діаса щодо впровадження мобільного навчання у системи професійної підготовки та освітньої політики [47].

Останніми роками в Україні спостерігається активне зростання зацікавленості до мобільних технологій як засобу модернізації освітнього процесу. С. Семеріков систематично досліджує цю тематику та обґрунтовує ідею, що мобільне навчання є не просто технологічним нововведенням, а принципово новим структурним елементом методичної системи підготовки майбутніх фахівців, зокрема у сфері природничо-математичної освіти та ІКТ.

С. Семеріков розглядає мобільне навчання в контексті фундаменталізації інформатичної освіти як одного з ключових напрямів її оновлення. У роботах автора детально проаналізовано способи використання мобільних засобів навчання для формування у студентів інформаційної компетентності, самостійності та здатності до мобільного мислення – важливих складових сучасного освітнього процесу.

У співавторстві з Ю. Єчкало, С. Семеріковим та В. Ткачуком розроблено модель мобільно орієнтованого навчального середовища на базі технологій доповненої реальності (AR), що використовується у вищій технічній школі. У дослідженні акцентовано увагу на тому, що доповнена реальність, інтегрована

через мобільні пристрої, створює потужний візуальний компонент навчального контенту та підвищує рівень залученості студентів до навчального процесу [48].

С. Семеріков і М. Стрюк [49] проаналізували етапи трансформації мобільного навчання як педагогічного явища: від перших форм використання мобільних пристроїв до формування повноцінних мобільних навчальних систем. Дослідники наголошують, що мобільність має розглядатися не лише у фізичному (технологічному), а й у педагогічному вимірі – як здатність освітнього середовища адаптуватися до потреб студентів і викладачів, що змінюються.

У виданні «Мобільне інформаційно-освітнє середовище вищого навчального закладу» [50] розглянуто принципи побудови таких середовищ, де мобільні технології поєднуються з хмарними сервісами, платформами управління навчанням (LMS) і цифровими інструментами для формування персоналізованих траєкторій навчання.

Наукові праці С. Семерікова та співавторів системно окреслюють мобільне навчання як важливу складову цифрової трансформації освіти. Їх внесок полягає не лише в теоретичному обґрунтуванні, а й у практичному моделюванні мобільних навчальних середовищ, орієнтованих на індивідуалізацію, гнучкість та інтерактивність освітнього процесу. Описане вище підтверджує актуальність і необхідність поглибленого дослідження мобільних технологій як інструменту сучасного вчителя.

Активно вивчення впливу мобільних технологій на освітній процес зважаючи з врахуванням важливості природничої освіти містять дослідження В. Єфименка, у якому автор досліджує специфіку застосування мобільних застосунків у процесі викладання природничих дисциплін, акцентуючи увагу на їхньому потенціалі для підвищення наочності, інтерактивності та ефективності засвоєння навчального матеріалу. Автор підкреслює, що мобільні застосунки сприяють кращому засвоєнню матеріалу, оскільки інтерактивні засоби навчання дозволяють учням самостійно досліджувати

явища та процеси. Крім того, Єфименко зазначає, що мобільні технології дозволяють вчителям ефективніше організовувати освітній процес та забезпечує індивідуальний підхід до кожного учня [51].

На нашу думку, варто акцентувати увагу на використанні мобільних технологій для розвитку критичного мислення та творчих здібностей здобувачів. Досвід роботи вчителем показав, що мобільні застосунки є ефективним засобом для організації проєктної діяльності, проведення досліджень та створення здобувачами освіти власних освітніх продуктів.

В. Мацюк дослідив питання безпеки та етики використання мобільних технологій в освіті. Автор звертає увагу на ризики, пов'язані з використанням мобільних пристроїв, такі як відволікання уваги учнів, можливість доступу до небажаного контенту та загроза кібербулінгу. Мацюк наголошує на необхідності розроблення чітких правил використання мобільних пристроїв у навчальному процесі та формування у учнів навичок безпечної та відповідальної роботи з цифровими технологіями [52].

Виокремимо основні переваги мобільних технологій в освітньому процесі:

1. Інтерактивне навчання. Мобільні застосунки дають можливість вчителям створювати інтерактивні уроки, що містять візуалізацію навчального матеріалу, відео експерименти та симуляції.

2. Персоналізація навчання. Вчителі можуть адаптувати навчальний процес до індивідуальних потреб учнів, використовуючи мобільні застосунки для аналізу рівня знань та прогресу.

3. Гнучкість та доступність. Учні можуть навчатися у зручний для них час та будь-де, використовуючи мобільні технології як альтернативу традиційним методам навчання.

4. Співпраця та комунікація. Вчителі та учні можуть взаємодіяти через мобільні платформи, обмінюватися матеріалами та коментарями, працювати над спільними проєктами в реальному часі.

5. Оцінювання знань. За допомогою мобільних застосунків можна швидко проводити тести, вікторини, а також аналізувати результати учнів у режимі реального часу.

Незважаючи на численні переваги, мобільні технології в освіті також мають певні обмеження та виклики. Розглянемо їх:

- Проблеми з концентрацією уваги. Деякі учні можуть використовувати мобільні пристрої не за призначенням, що знижує їхню ефективність у навчанні.

- Технічні труднощі. Не всі школи та вчителі мають достатній рівень підготовки та технічного забезпечення для впровадження мобільного навчання.

- Безпека та захист даних. Використання мобільних пристроїв потребує уваги до питань конфіденційності та безпеки персональних даних учнів.

- Необхідність професійного розвитку вчителів. Не всі педагоги володіють достатньою підготовкою щодо ефективного використання мобільних технологій у навчанні.

Мобільні технології є потужним інструментом в арсеналі сучасного вчителя, що відкриває нові можливості для освітнього процесу. Вони допомагають підвищити рівень інтерактивності уроків, сприяють персоналізації навчання та надають можливість учням самостійно досліджувати матеріал. Проте їх ефективне використання потребує підготовки, адаптації методики викладання та врахування етичних аспектів використання цифрових інструментів у навчанні.

Дослідження українських науковців, зокрема В. Єфименка, О. Струтинської та В. Мацюк, підтверджують важливість мобільних технологій у формуванні сучасної освітньої екосистеми. Їх роботи акцентують увагу на необхідності вдосконалення методичних підходів, розроблення ефективних освітніх програм та забезпечення належного рівня цифрової грамотності педагогів.

З огляду на швидкий розвиток цифрових технологій, важливо продовжувати дослідження їх впливу на освіту, забезпечувати вчителів інструментами, розвитку необхідних навичок та створювати сприятливі умови для впровадження мобільного навчання. Лише за умови комплексного підходу можна досягти ефективного використання мобільних технологій в освітньому процесі та підвищити якість освіти загалом.

У нашому дослідженні евристика Дж. Нільсена [53] є оптимальною методикою оцінки для аналізу зручності використання мобільних застосунків, що є досить поширеною. Проте вчені у своїх дослідженнях [54; 55; 56] показують, що класичне експертне оцінювання методів використання не враховують вимоги контексту, конфіденційності та ергономіки мобільних застосунків. З цієї ж причини в дослідженні Дж. Нільсена представлено нові набори евристичних методів, налаштованих для використання та впровадження мобільних пристроїв в освітній процес. Всі перераховані вище дослідження рекомендують спочатку використовувати евристику Дж. Нільсена [53], а потім їх як підтримуючий метод оцінки. Наприклад, у дослідженні [57] автори змогли виявити більше недоліків зручності використання у порівнянні з евристикою Дж. Нільсена. У роботі [55] дослідники прийняли повну евристику Дж. Нільсена і додали 19 додаткових параметрів. У роботах [54; 56], ми спостерігаємо, що вчені пропонують поєднання їх методики з методом Нільсена, що є найкращим способом ідентифікації використання в освітньому процесі мобільних технологій. Ми теж погоджуємося з рекомендаціями наведених вище досліджень [53; 54; 55; 58], що необхідно поєднати вище згадані методи. Хоча такий підхід не зможе гарантувати стовідсоткову педагогічну зручність розв'язання проблем, які можуть виникнути під час розроблення мобільного застосунку, використання його в освітньому процесі. Подібні побоювання зустрічаємо у роботі [59], Автори зазначають, що необхідна краща структура мобільного застосунку з метою педагогічної зручності та зручності використання інтерфейсу користувача даного програмного засобу. Щодо педагогічної зручності

використання мобільного навчання, то у літературі знаходимо велику кількість шаблонів для такого виду навчання. Деякі з них мають доволі широке використання серед світових та вітчизняних університетів під час запровадження дистанційної освіти.

В мережі та на сайтах багатьох світових видавництв доступні дослідницькі роботи присвячені аналізу використання мобільного навчання в освітньому процесі. У роботах [60; 61; 62] автори обговорюють важливість педагогічної зручності користування технологіями мобільного навчання, проте вони мало говорять про використання навчальних мобільних застосунків.

У дослідженнях [63; 64] команди науковців виокремлено шість категорії навчальної діяльності та фундаментальних питань, які варті уваги в контексті технології мобільного навчання під час педагогічної діяльності. Дві основні характеристики, які запропоновані даною командою – це потреба в інструментах для співпраці та важливість засобів, які сприяють інтерактивності.

Модель FR забезпечує цілісну основу для використання мобільних телефонів під час освітнього процесу, що представлено у дослідженні [65]. Розглянемо діаграму Венна Кула, що демонструє соціальні аспекти та аспекти використання мобільних застосунків та пристроїв разом із взаємодією між ними та позначені як мобільне навчання. Зручність використання полягає в тому, що продемонстровано взаємодію соціальних технологій та технологій навчання (рис. 1.1).

На рисунку 1.1 видно, що мобільне навчання поєднує в собі шість аспектів. Ця структура стосується різних аспектів використання мобільних застосунків, однак – це все ще дещо дуже загальне поняття. Наприклад, неможливо дізнатися умови досягнення аспектів взаємодії з користувачами програми у мобільного застосунку.

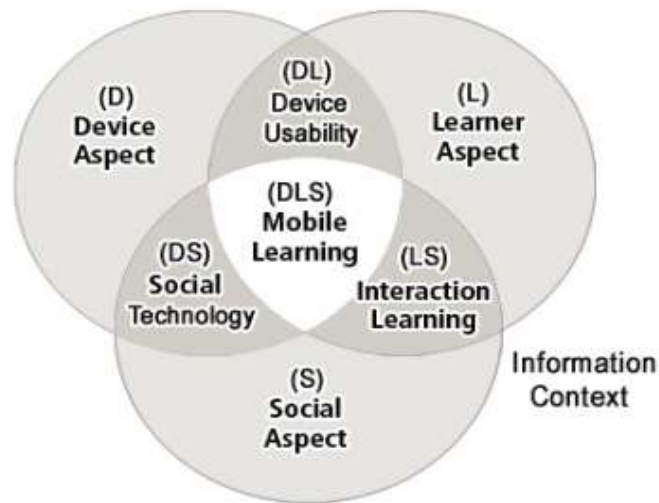


Рис. 1.1. Модель Frame

Під час використання мобільних застосунків є певні особливості, які нам потрібно враховувати, щоб знати про результативність його використання. Крім того, слід виокремити критерії для проєктування мобільного застосунку та оцінювання програмного продукту. Тим не менш, це одна з найближчих структур до запропонованої моделі для нашої роботи. І саме ця основа була використана нами, як орієнтир для розроблення мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» з метою його використання на уроках природничих дисциплін та в позаурочний час.

Висновки до розділу 1

У першому розділі дисертаційного дослідження проведено детальний аналіз науково-педагогічної літератури та джерел, присвячених питанням підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання цифрових освітніх середовищ, зокрема мобільних застосунків. З'ясовано, що трансформаційні зміни в освітній сфері, пов'язані з цифровізацією, впровадженням змішаного та дистанційного навчання, вимагають принципово нового підходу до професійної підготовки педагогічних кадрів. В умовах інформаційного суспільства особливо актуальним стає формування у майбутніх учителів високого рівня цифрової та

проектувальної компетентностей, які визначають здатність педагога ефективно інтегрувати сучасні цифрові ресурси в освітній процес.

У ході теоретичного аналізу виявлено, що мобільні технології мають значний потенціал для якісного оновлення навчального процесу завдяки можливостям персоналізації освітнього досвіду учнів, зростанню їх мотивації, активному залученню до інтерактивних та інноваційних форм діяльності. Однак, незважаючи на широку палітру освітніх можливостей мобільних технологій, у практиці педагогічної освіти ще недостатньо уваги приділяється системній підготовці майбутніх учителів до розробки та педагогічно доцільного використання мобільних застосунків. Особливо гостро ця проблема проявляється у сфері природничої освіти, де необхідно враховувати специфіку предметів фізики, хімії, біології, географії та відповідно адаптувати цифрові технології до конкретних освітніх потреб.

Проведений аналіз засвідчив, що у наукових дослідженнях вітчизняних і зарубіжних авторів увага значною мірою зосереджена на загальних аспектах цифрової компетентності педагогів, тоді як окремі прикладні питання, пов'язані з педагогічним проектуванням та специфікою використання мобільних технологій у природничих дисциплінах, висвітлено фрагментарно. Це зумовлює потребу у подальших дослідженнях, спрямованих на методичну конкретизацію та розробку чітких рекомендацій для майбутніх педагогів щодо ефективного проектування цифрових ресурсів та мобільних застосунків.

На основі аналізу наукових джерел визначено, що серед основних бар'єрів успішного впровадження мобільних технологій у навчання є недостатня цифрова та методична підготовка майбутніх учителів. Виявлені суперечності між сучасними освітніми викликами, потребами освітньої практики і традиційними підходами до професійної підготовки вчителів свідчать про необхідність суттєвого оновлення змісту, форм і методів навчання. Встановлено, що більшість існуючих моделей професійної підготовки недостатньо системні, не передбачають інтеграції теоретичного навчання з практичною проектувальною діяльністю майбутніх педагогів.

Важливим результатом цього теоретичного аналізу стало обґрунтування необхідності створення спеціалізованої моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, яка враховує як сучасні цифрові тенденції, так і специфіку природничих предметів. Така модель має забезпечити ступеневий і системний підхід до формування цифрових компетентностей, поєднуючи теоретичні знання, методичні вміння і практичні навички з проєктування та впровадження мобільних освітніх технологій.

Таким чином, у результаті проведеного аналізу було визначено методологічні основи та концептуальні засади побудови цілісної моделі підготовки педагогів до використання мобільних застосунків. Це дозволяє у подальшому перейти до розробки, впровадження та експериментальної перевірки авторської моделі підготовки, яка забезпечуватиме підвищення якості професійної освіти майбутніх учителів природничих дисциплін відповідно до вимог сучасного інформаційного суспільства та інноваційної освітньої практики.

Розділ 2.

ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

2.1. Проєктування інтерфейсу навчального мобільного застосунку

У цьому параграфі подано аналіз сучасних теоретичних і практичних моделей підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до використання мобільних додатків, визначено їхні переваги та недоліки, на основі чого обґрунтовано добір компонентів цифрової компетентності для розроблюваної моделі. Окреслено базові принципи проєктування цифрових ресурсів за підходом user-centered design, визначено педагогічні вимоги до інтерфейсу навчального мобільного застосунку, а також сформульовано функціональні й естетичні критерії ефективного цифрового застосунку. Представлено прототипи ключових екранів із детальним поясненням вибору елементів навігації та механізмів взаємодії користувачів із цифровим контентом.

На сьогодні вчені здійснили велику кількість досліджень для пошуку оптимального дизайну мобільного застосунку та системи оцінювання, яка б поєднувала педагогічну зручність та зручності використання інтерфейсу користувача [66; 67].

Програмний засіб, запропонований у роботі [68], пропонує розділити зручність використання мобільних застосунків на дві підкатегорії, а саме педагогічна зручність користування та користувацький інтерфейс. Такий розподіл надалі дозволяє розглядати педагогічну зручність як утворення з п'яти складових, а зручність використання інтерфейсу користувача - шести основних складових, кожна з яких містить загалом 28 і 30 критеріїв відповідно. Як наслідок ми отримуємо загалом 58 критеріїв які були взяті з 25 виявлених оціночних статей М-навчання, та які можна використовувати для оцінювання

мобільних застосунків. Запропонована структура дозволяє здійснити оцінювання застосунків мобільного навчання порівняно з будь-якими попередніми згаданими методами, однак слабкою стороною такого підходу є відсутність контексту використання в розробленій програмі для мобільного навчання. Непродумана структура такого застосунку не дозволяє оцінювати різні види застосунків мобільного навчання за однаковими критеріями, а отже створює багато хибно позитивних недоліків щодо їх зручності використання.

У роботі [69] представлено пояснення того, як програми для навчання за допомогою мобільних гаджетів можна розділити на чотири основні категорії:

- високий/низький соціалізоване М-навчання;
- високий/низький угода індивідуалізована.

Важливо знати контекст розроблення мобільного застосунку для забезпечення якісного освітнього процесу. Навіть під час використання такого навчального застосунку важливим є усвідомлення важливості його контексту, оцінювання зручності використання представлено у роботах [70; 71]. Тому по визначенню зручності та контексту, наприклад можливостях учня, буде легше зрозуміти вимоги до педагогічної зручності використання та зручність використання інтерфейсу користувача та визначити критерії зручності використання. При такому підході було б зрозуміліше, де застосовувати конкретні критерії оцінки щодо зручності використання навчального мобільного застосунку.

Проведений аналіз досліджень наведених вище показує, що є суттєва необхідність у вдосконаленні структури, яка охоплює три основні компоненти, що входять до складу навчально-інформаційного середовища: контекстний, педагогічний і користувацький інтерфейс. На наш погляд, така структура дозволить ефективно використовувати педагогам навчальний мобільний застосунок, а розробникам мінімізувати кількість необхідних шаблонів під час проєктування та оцінювання даної програми. Це також дозволить мінімізувати витрати при розробленні мобільного застосунку.

Зручність використання інтерфейсу користувача є важливим аспектом будь-якої програми. Вказівки і стандарти, наприклад ISO 9241 частини 12-17 [72], які описують детальні вимоги зручності використання інтерфейсу користувача. Однак ці стандарти є загальними, і повинні чітко вказувати на стандарти для навчального мобільного застосунку.

У цьому параграфі загальні принципи стандартів ISO 9241 і Я. Нільсен [53] використовуються нами для створення групи критеріїв, які адаптовані переважно до мобільного навчання.

Ми вважаємо, що евристика Я. Нільсена містить загальні принципи, якими можемо керуватися для створення дизайну застосунку і в подальшому для використання [68; 73; 74; 75]. Таким чином, необхідно обов'язково ними користуватися, прямо чи опосередковано, під час обговорення принципів розробки програмного забезпечення.

Тому в запропонованій структурі створеного нами мобільного застосунку більшість визначених критеріїв відображені в евристиці Якоба Нільсена [53]. Однак вони прийняті на рівень вище від загальних принципів дизайну.

Ще десять років тому, дизайнери і розробники програмних засобів застосовували при створенні застосунків послідовності дій з дотриманням деяких логічних відображень піктограм та інших компонентів програми послідовно використовуючи стандартні платформи розробки. Проте ці підходи докорінно змінилися через раптове зростання застосунків на ринку. Існує більше 1,8 мільйона застосунків у магазині програм AppStore і більше 2,5 мільйона в Google play станом на кінець 2020 року [76; 77]. Відповідно до щорічного звіту App Annie за 2020 рік, користувачі завантажили понад 130 мільярдів мобільних застосунків на платформах iOS та Android. Такий величезний вибір застосунків зумовлює значну конкуренцію на ринку. Одним із наслідків в конкуренції полягає в тому, що для кожної програми розробники намагаються створити свій дизайн й обрати напрям та сегмент застосування і аудиторію.

У більшості, якщо не в усіх, програмах витримується свій індивідуальний стиль, навігація, кнопки, меню, тощо. Це дратує користувачів, коли вони переходять від однієї програми до іншої, що, у свою чергу, впливає і на ефективність використання цих застосунків у подальшому. Таким чином, важко розробити точні засоби для вимірювання узгодженості в мобільному просторі.

Щоб вирішити проблему узгодженості, не впливаючи на креативність програмних дизайнерів, деякі частини вимог узгодженості потрібно послабити, що надасть змогу розробникам програм для мобільного навчання створювати візуально привабливі застосунки, які легко освоїти та використовувати в подальшому. Питання послідовності розділяємо на дві категорії.

А. Критичні критерії, яких необхідно дотримуватися: є деякі важливі стандарти платформи, яких повинен дотримуватися будь-який розробник програму, щоб її було легко освоїти. Наприклад, на платформі Patterns складові компоненти слід застосовувати певною мірою, щоб зберегти програму узгодженість з іншими програмами. Виокремлюємо основні критерії підтримки узгодженості.

1. Логічне відображення полягає у тому, що значки програм та інші артефакти повинні бути згрупованими логічно. Відображення логічно пов'язаних речей, такі як завдання та об'єкти домену, повинно залишатися послідовним протягом усієї реалізації програми.

Наприклад, на рисунку 2.1. ми бачимо, що навчальні курси у мобільному застосунку «Віртуальний кабінет» (посилання для доступу до веб-версії мобільного застосунку <https://ph.org.ua/course/index.php>) зібрані разом. Іконки кожного курсу виконані у вигляді піктограми та підпису, що дає змогу швидко обрати необхідний курс. Подальші рекомендації щодо логіки відображення елементів інтерфейсу наведено в документації платформи.

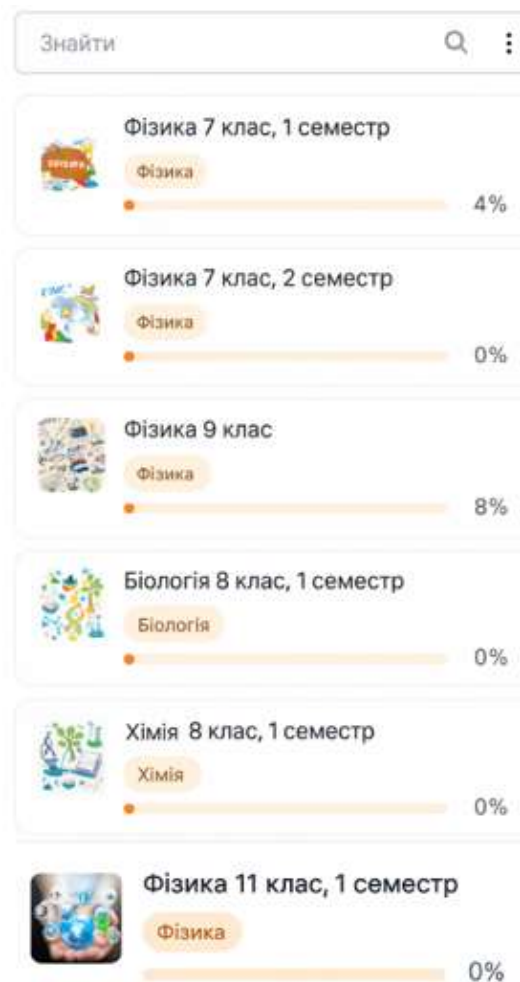


Рис. 2.1. Вікно мобільного застосунку «Віртуальний кабінет»

2. Мобільні програми можуть працювати на різних типах пристроїв з різними розмірами екрана, як показано на рисунку 2.2.

Отже, для платформи та для брендингу застосунку, належним чином потрібно дотримуватися стандартних інструкцій, наданих платформою.

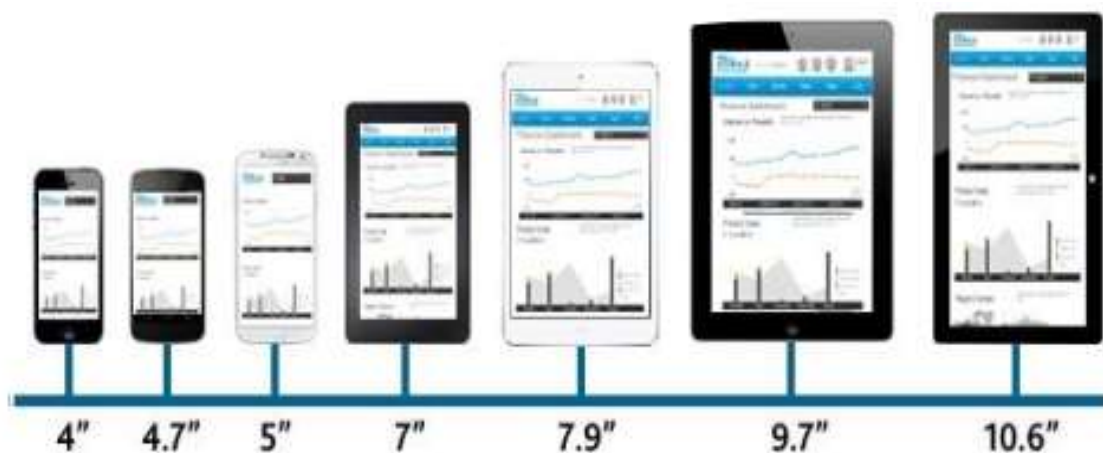


Рис. 2.2. Вікно програми відображене на різних гаджетах

3. Шаблони, які роблять програму більш передбачуваною. Таким рішенням може бути дотримання вказівок платформи. Наприклад, в Android концепція гортання, віджети навігації, жести тощо мають усі точні шаблони, які надає сайт розробників Android [78].

Крім того, існують різні шаблони, які використовуються, коли змінюється розмір екрана для виокремлення додаткового простору на екрані, як це показано на рисунку 2.3. Дотримання цієї схеми гарантує, що розроблена програма буде узгодженою на всіх типах пристроїв й інтуїтивною для використання.

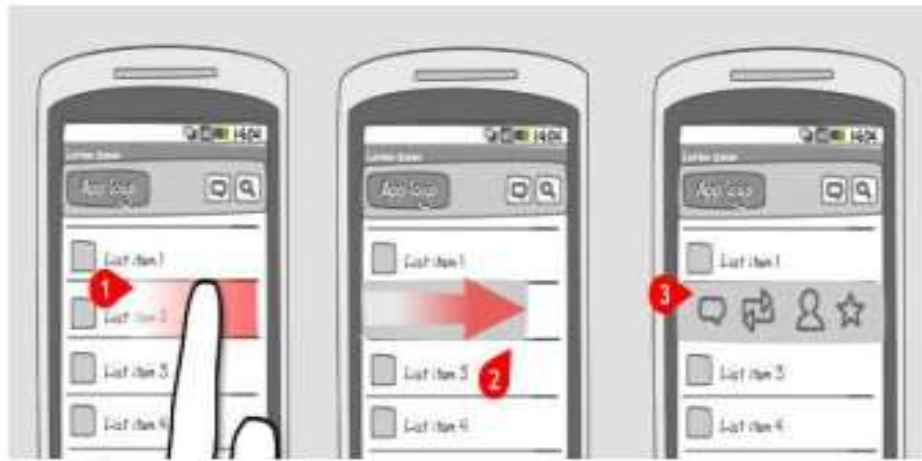


Рис. 2.3. Демонстрація виокремлення додаткового простору у мобільному застосунку на екрані смартфона

Нижче наведемо критерії, якими за певних умов можна знехтувати.

1. Стиль програми може бути невимушеним. Ми не повинні суворо дотримуватися стилю платформи. Отже, дизайнер може обирати теми, типографіку, кольори, стилі написання програми тощо та вносити свої креативні ідеї. Однак їм завжди слід пам'ятати про педагогічну та контекстну юзабіліті.

2. Архітектура: вкладки, список, сітка, прокручування, кнопки, текстові поля тощо, показані на рисунку 2.4, можна залишити стандартні дизайни запропоновані програмою. Креативний дизайнер міг би зробити застосунок

привабливішим, використовуючи піктограми, які відповідають їх застосуванню. Наприклад, замість використання звичайних кнопок платформи для дитячого освітнього застосунку, можна використовувати деякі анімовані або мультиплікаційні іконки, які б привертали увагу дітей.

Мобільні пристрої мають багато різних механізмів введення, такі як камера, вбудований мікрофон, сенсорні датчики і таке інше. Повне використання цих механізмів є ключем до створення успішного навчального мобільного застосунку. На рисунку 2.4 показано архітектурні блоки платформи Android.



Рис. 2.4. Різноманітні архітектурні блоки для платформи Android

В якості механізму введення можна використовувати вбудований мікрофон для сприйняття мовлення учнів, введення тексту за допомогою клавіатури, або вказувати пристрої, або використовувати камеру для взаємодії з навколишнім світом реалізація функцій доповненої реальності, зчитувачів тегів, запису відео тощо.

Крім того, результат, який повертається учневі, може бути у формі аудіо, відео, зображень, сповіщення тощо. Таким чином такий застосунок дасть змогу використовувати всі органи чуття, що в свою чергу може допомогти у навчанні дітей з обмеженими освітніми потребами.

Ще одна перевага аспекту мультимодальності полягає в тому, що можна надавати зворотній зв'язок. Здобувачі освіти з особливими освітніми потребами зможуть використовувати розроблені застосунки, якщо концепція мультимодальної застосована правильно. В результаті, застосунок може залучити більшу аудиторію.

Контент, який надається користувачеві, має бути лаконічним. Через невеликі розміри мобільного телефону, не рекомендується розміщувати надто багато вмісту в одному вікні екрану. Крім того, чіткість застосованих зображень, кольорів тексту, шрифту розміри та фон мають бути достатньо контрастними, щоб їх було легше читати користувачеві.

Найкращий спосіб досягти бажаного ефекту – це дотримуватись рекомендацій, що надаються різними платформами, такими як Android, iOS, Windows тощо. Наприклад, платформа Android дозволяє визначати різні розміри зображень для різних видів пристроїв. Таким чином ми зможемо гарантувати, що візуалізація буде виконуватися правильно на різних пристроях одночасно. Крім того, те саме стосується розміру тексту, кнопок та інших компонентів інтерфейсу користувача.

Ключова ідея цього підходу полягає в тому, що мова, яка використовується в початковому мобільному застосунку, має відповідати і термінології, що використовуються у підручнику, оскільки цей світ пов'язаний з реальним світом учня, тобто його поточним робочим середовищем. Кожен учень знайомий зі своїм доменом. Якщо розміщений у застосунку матеріал призначений для навчання учнів, то вони потім використовуватимуть термінологію, з якою вони вже знайомі. Однак, якщо застосунок використовується для педагогів, то під час його розроблення слід скористатися термінологією та концепцією, які використовуються педагогами. Тому слід переконатися, що учні легко розуміють застосунок, і, отже, підвищується їх інтерес до використання програми. Рисунок 2.5 ілюструє відображення курсів із фізики в розробленому нами мобільному застосунку (посилання для доступу

до веб-версії мобільного застосунку <https://ph.org.ua/index.php>), у якому використано відповідну фізичну термінологію.



Рис. 2.5. Приклад початкової сторінки курсів у мобільному застосунку

Зовнішній вигляд навчального мобільного застосунку має бути приємним для ока користувача та відповідати стилю платформи, яка використовується. Тому розробнику застосунку потрібно витратити значну кількість часу на естетичне оформлення такого застосунку, як навчальний мобільний застосунок. Перше враження – є основою успіху використання мобільних застосунків.

Готуючись до розроблення нашого навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» ми проаналізували звіті Reuters [79] і з'ясували, що близько 26% програм, завантажених у 2010 році, було видалено після першого

разу використання. Перше враження викликає у користувача бажання більше дослідити застосунок, або просто видалити його [80].

З педагогічної точки зору, візуальне оформлення навчального застосунку відіграє важливу роль у формуванні мотивації учня до навчання. Якщо освітній ресурс має естетично привабливий і гармонійний інтерфейс, розроблений відповідно до принципів типографіки та ергономіки, це сприяє створенню позитивного першого враження та викликає зацікавленість у його використанні. Водночас надмірна кількість декоративних елементів, складні графічні рішення, перенасиченість кольорами чи нестандартні шрифти можуть створити когнітивне перевантаження, знижуючи ефективність сприйняття інформації. У результаті, попри привабливий вигляд, такий застосунок може ускладнити навігацію, викликати роздратування користувача й негативно позначитися на якості засвоєння навчального матеріалу. Тому в дизайні освітніх цифрових ресурсів важливо дотримуватися балансу між естетикою та функціональністю, з орієнтацією на педагогічну доцільність та зручність користування для учнів.

У цьому сенсі нам необхідно знайти баланс між надто естетичним дизайном та стандартним дизайном. На нашу думку треба використовувати можливий мінімум дизайну, який є естетично привабливим для учня. Необхідно уникати великої кількості графіки, яка буде лише відволікати увагу учнів від навчального матеріалу.

Завжди необхідно тримати концентрацію уваги учнів на змісті навчального матеріалу, а не на зовнішньому вигляді програмного засобу. Основна мета – під час створення дизайну таких застосунків полягає у полегшенні роботи учня із навчальним контентом.

Зворотній зв'язок має вирішальне значення під час використання навчальних мобільних застосунків. Коли здобувачі освіти роблять помилки, застосунок має надавати відповідну інформацію про них. Кожен здобувач освіти повинен мати можливість отримувати сповіщення, коли відповідь правильна чи неправильна.

Крім того, зворотній зв'язок має бути ретельно розроблений, оскільки учні можуть бути збентеженими відгуком, який вони отримують. Наприклад, у початковому тесті програми MLW, суб'єкти скаржилися на зумер, який був створений як зворотний зв'язок для повідомлень про неправильні відповіді. Зразок коментаря респондента був таким: «Це було голосно і відволікало». Однак у другому запуску програми, коли звуковий сигнал було змінено на менш дратівливий голос із іншим типом зворотного зв'язку, що говорить правильно/неправильно – збільшився рівень задоволеності щодо отримання коментаря. Цього разу це було пов'язано з відсутністю різноманітності й персоналізації повідомлень зворотного зв'язку. Учні хотіли отримати коректні зауваження про свої відповіді. Таким чином, для третього запуску навчального мобільного застосунку ми використовували розгорнутий текстовий і звуковий відгук із різноманітними акцентами на помилки. За результатами опитування учнів нами було встановлено, що такий зворотній зв'язок дозволяє краще проаналізувати власну відповідь незалежно від її правильності. У останній спробі, в якій брали участь близько 97 учнів, лише один учень прокоментував повідомлення зворотного зв'язку, і попросив додати молодший голос.

З проведених експериментів бачимо важливість зворотного зв'язку та скільки дрібниць, наприклад різноманітність тексту відгуку, аудіо та персоналізація відгуку впливають на учня.

Отже, при розроблені навчальних мобільних застосунків потрібно дбати про зворотній зв'язок з учасниками освітнього процесу. Дуже важливо надавати різноманітний зворотний зв'язок, конструктивний і заохочувальний. Таким чином створена програма буде мотивувати учнів.

Ця концепція стосується всіх видів застосунків. Коли система зайнята або щось виконується в фоні на задньому плані чи на передньому плані, здобувач освіти повинен отримувати інформацію про те, що відбувається з додатком. Здобувачі освіти повинні мати можливість бачити зворотний зв'язок системи, який показуватиме, що відбувається на даний момент і який

поточний стан системи. Якщо цього немає або це зроблено належним чином, то це може легко перешкодити учням використовувати застосунок.

М-навчання за своєю природою є неструктурованим і орієнтованим на учня. Отже, навчальний застосунок має забезпечувати учням можливість самостійно обирати зміст та темп навчання, відповідно до їх інтересів, потреб і рівня підготовки. Важливо, щоб структура застосунку була інтуїтивно зрозумілою, з простою навігацією, яка дозволить легко знаходити та переходити до тих розділів або завдань, що викликають найбільший інтерес або потребують повторного опрацювання. Такий підхід сприятиме розвитку автономії учня в навчанні, формуванню навичок саморегуляції та підвищенню мотивації до засвоєння знань. До речей, які вони мають засвоїти, слід застосовувати деякі обмеження доступу. Учень повинен мати свободу та контроль над системою. Розробник контенту повинен уникати залежності від уроків/практик якомога більше, щоб зробити цю концепцію ефективною.

Учні повинні мати засоби, щоб слідувати своєю індивідуальною траєкторією, і вони також повинні мати можливість налаштувати програму відповідно до своїх потреб. Учням може знадобитися більший розмір шрифту, деяким може знадобитися лише текстовий відгук, а іншим може знадобитися звуковий відгук або обидва. Отже, персоналізація тут полягає у налаштуваннях того, як вони можуть зробити в програмі, так і того, як вони хочуть навчитися відповідати своїм особистим потребам.

Що стосується гнучкості, користувачі повинні мати можливість використовувати програму за різними сценаріями, наприклад, коли вони онлайн, а також offline. Якщо учень хоче завантажити вміст, то він повинен мати можливість це зробити.

Крім того, мультимедійна концепція допомагає створити гнучкий застосунок.

Другий важливий критерій - ефективність використання програми на ресурсах пристрою. Мобільні телефони мають обмежений ресурс, наприклад пам'ять, процесор і акумулятор. Тому розробляти застосунок потрібно з

врахуванням цих ресурсів. Приклад неефективного застосування дизайн може відкривати кілька служб, які в даний момент не потрібні такі як підключення до бази даних, підключення до інтернету, Bluetooth, Wi-Fi, відео, аудіо тощо, усі вони використовують пам'ять і акумулятор пристрою. Тому розробникам потрібно бути обережними з цими ресурсами запускати такі інструменти, як view dumber в Android або перевірка ієрархії 3D-view в IOS, щоб усунути будь-які витрати ресурсів у програмі. Також необхідно перевірити детальний код перед наданням програми учням.

Коли щось йде не так, наприклад програма не відповідає, не може виконати якийсь конкретне завдання тощо, учень повинен мати для цього засоби повідомити про ці помилки розробникам програми. Допоміжна документація повинна бути доступна всередині застосунку, яка містить пояснення для користувача про те, як користуватися програмою та як відновлюватися після відомих помилок.

Коли трапляються прості помилки, такі користувачі вводять текст замість числа або натискання неправильної кнопки, тоді учень має отримати належний зворотній зв'язок з поясненнями, що саме вони повинні зробити, наприклад, кажучи їм це зробити введіть число замість тексту.

І коли трапляється суттєва помилка, наприклад, збій програми, тоді учні повинні мати можливість повторити спробу за допомогою інструкцій або через розробників програми [81].

Конфіденційність є критичною проблемою, яку необхідно розглянути під час розроблення програми для мобільного навчання. Навчальні матеріали багатьох організацій мають а приватний вміст. Якщо такий матеріал матиме витік, це може коштувати багато грошей для організації. Тому, розробник програми повинен переконатися, що програма добре захищена за допомогою таких методів безпеки, як шифрування пароля, використання захищених портів для обміну даними тощо. Крім того, більшість учнів не хочуть ділитися своєю особистою інформацією наприклад їх оцінки, розмови з викладачами та однолітками. Тому розробник програми повинен переконатися, що належна

конфіденційність середовища гарантовано/впроваджено перед розгортанням програм.

У контексті педагогічної доцільності використання мобільних технологій, основна увага приділяється визначенню та аналізу ключових критеріїв, які забезпечують ефективну організацію освітнього процесу за допомогою мобільних пристроїв. Наукові дослідження у сфері мобільного навчання переважно містять створення педагогічних моделей і шаблонів, що описують оптимальні умови для впровадження мобільних освітніх ресурсів. Ці шаблони містять різноманітні критерії – від зручності інтерфейсу до педагогічної ефективності – що дозволяє інтегрувати мобільні застосунки в освітній процес з урахуванням потреб учнів і цілей викладання. У такому підході мобільний застосунок розглядається як інструмент, що має відповідати певному набору педагогічних параметрів. Визначені критерії проходять апробацію у реальних умовах навчання, а подальше їх удосконалення ґрунтується на аналізі зворотного зв'язку від користувачів – учнів і вчителів – для підвищення якості мобільного навчального середовища.

Наведемо деякі з критеріїв, які були визначені нами як найважливіші:

1. Автентичність. Основна ідея автентичності полягає в тому, щоб наданий контент був релевантним і в актуальному стані [82]. Учні повинні бачити безпосередню цінність змісту, який вони вивчають у поточному робочому середовищі. Якщо учні не бачать, що це може вплинути на їх продуктивність у професійному житті, то різко знизиться мотивація до виконання уроків. Тому, розробник контенту навчального мобільного застосунку повинен зосередитися на контенті й автентичності, щоб отримати якнайкращий результат. Також важливим є педагогічна оцінка зручності використання мобільного застосунку

2. Співпраця учнів. Учням рекомендується співпрацювати, щоб розвивати критичні навички мислення. Це допомагатиме мати кращу самооцінку та комунікативні навички. Такі інструменти, як кімнати для чатів, дошки для спільної роботи а дискусійні форуми є хорошим середовищем для

налагодження співпраці між здобувачами освіти. Це допомагає підвищити задоволеність студентів і досвід навчання.

3. Інтерактивність. Контент має бути розроблений таким чином, щоб він був інтерактивним. Важливо знати, що інтерактивність програми в мобільному навчанні значною мірою залежить від контенту. Якщо представлений контент статичний і не інтерактивний, то зовнішній вигляд програми не відіграватиме великої ролі в загальному навчанні. Отже, інтерактивність контенту та застосування інтерактивності мають бути пов'язані. Потік інформації має бути двостороннім між учнями та навчальною програмою. Учні повинні мати можливість персоналізувати своє навчання, взаємодіяти зі змістом у більш природний спосіб. Ця інтерактивність дає учням досвід поглибленого навчання [83].

4. Самооцінка. Найкраще можна говорити про те, скільки хтось знає чи навчився, це він сам. Створення практики самооцінювання є хорошим способом допомогти учням встановити власні цілі, щоб покращити свої слабкі сторони та допомогти визначити їх сильні сторони.

5. Організація та послідовність курсу. Порядок і організація навчальної діяльності впливають на спосіб отримання інформації, що обробляється та зберігається [84]. Основний акцент тут на тому, як ми логічно організували поданий зміст у відповідній послідовності. Наприклад, якщо ми представляємо курс, який можна розділити за змістом на розділи/модулі як перший рівень, ми можемо далі розділити це на модулі, підмодулі/параграфи. Таким чином можна організувати зміст у спосіб, який відображає реальний світогляд учня. Учні пристосовуються до певної структури змісту; тому корисно слідувати структурі, з якою вони знайомі.

У нашому застосунку кожен зміст елементи курсу було розділено на одиниці. Ці підрозділи були потім розділені на навчальні матеріали та практику.

Здобувачам освіти було доволі легко зрозуміти змістовну структуру організації побудови застосунку.

6. Передумови. Важливо знати рівень учнів. І якщо представлений вміст передбачає попереднє знання, яке потребує засвоєння, то ці попередні знання повинні бути доступними для учня або учень має бути проінформований про існування цього попереднього обов'язкового знання, якими вони повинні опанувати, перш ніж сприймати цей контент.

7. Пізнавальне навантаження. Наприкінці 1980-х років Джон Свеллер запропонував теорію когнітивного навантаження [85]. З тих пір вона застосовувався в різних областях, в тому числі взаємодія людина-комп'ютер. Ця теорія визнає обмежену робочу пам'ять людини пам'яті та рекомендує, щоб вміст був розроблений відповідно. Мобільний телефон за своєю природою має менший екран; отже, це певною мірою сприяє цьому понятті неявно. Наприклад, поки ми не перевантажуємо екран, представити одну ідею на екран і уникати прокручування вмісту, тоді ми бачитимемо представлений вміст, який можна легко засвоїти.

8. Вирівнювання. Узгодження – це прямий зв'язок між цілями курсу, завданнями уроку, навчальною діяльністю, матеріалами/ресурсами, які сприяють успіху в демонстрації досягнення цих цілей [86].

Якщо викладання курсу узгоджено, це означає, що заявлені цілі курсу і цілі навчання узгоджуються з видами діяльності та оцінками здобувачам освіти. Узгодження курсу допомагає переконатися, що і дизайнер контенту, і учень мав точні очікування того, що буде викладено в презентації вмісту. Таким чином учнів можна оцінювати за заявленими цілями курсу та цілі [87].

Контекст використання є поняттям, яким найбільше нехтують у М-навчанні, однак, на наш погляд, це має бути основний критерій, який потрібно враховувати на початковому етапі розробленні застосунку. У розробленні програмного забезпечення існує вимога збору інформації, що стосується потреб зацікавлених сторін. Потрібно дотримуватися такої ж стратегії для розробки навчального мобільного застосунку.

У запропонованій структурі контекст поділяється на дві основні категорії названий контекст учнів та організаційний контекст.

1. Учень-контекст. Якщо потрібно розробити програму, орієнтовану на користувача, то необхідно провести поглиблене дослідження користувачів/учнів. Важливо знати здібності учнів, рівень освіти або попередні знання, які вони мають, вік, культуру і так далі. Усі ці критерії впливають на вибір дизайну, який необхідно вносити в розроблення програми мобільного навчання. Якщо все виконати правильно, то це допоможе розробнику програми розробляти програми, які націлені на певну аудиторію, що призведе до кращого досвіду навчання користувача.

2. Організаційний контекст. Зацікавлені сторони, які керують проектом, наприклад спонсори, менеджери, ті, хто купує застосунок тощо. Необхідно вивчити потреби, культуру та очікування цих зацікавлених сторін.

Простий приклад, отриманий під час керівництва виконання дипломної роботи був компонент спілкування/чату, який вважався хорошим способом допомогти студентам спілкуватися один з одним.

Цілі взаємодії з користувачем – це ті критерії, які визначатимуть успіх або збій розробленого навчального мобільного застосунку після використання. Ці критерії – це емоційне та ставлення учнів до мобільного застосунку під час його використання [88]. Є багато критеріїв, які охоплюються дизайн, але наша робота в основному зосереджена на шести критеріях, які ми вважаємо найважливішими критеріями для вимірювання досвіду використанні навчального мобільного застосунку [89; 90].

Ці критерії дозволять розробникам мобільних навчальних застосунків виміряти успішність їх застосування, вивчаючи відповіді користувачів на застосунок. І залежно від цих відповідей користувачів ми можемо покращити загальний досвід використання навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет».

2.2. Ключові цілі впровадження мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітній процес

З метою використання навчального мобільного застосунку в освітній процес визначено основні цільові орієнтири моделі – розвиток інформаційно-цифрової компетентності, підвищення мотивації майбутніх учителів до застосування мобільних технологій і формування практичних навичок створення та апробації власних навчальних застосунків. Інтерактивні методи навчання передбачають активну взаємодію здобувача з освітнім контентом та іншими учасниками процесу. Сучасне суспільство ставить нові виклики для освіти, одним із яких є розвиток особистості, здатної висловлювати критичні думки, знаходити спосіб спілкування на новій території та ефективно встановлювати нові зв'язки в умовах швидкозмінної реальності [91].

Нижче наведено сім цілей, які потрібні нам для успішної реалізації проєкту використання навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» під час освітнього процесу в закладі освіти та зацікавленості учнів до користування цього програмного засобу.

1. Мотивація. Ключ до мотивації учня полягає в тому, щоб привернути його увагу, як пояснив Г. Гроньє у своїй класичній публікації про умови навчання [89]. Якщо учень не мотивований, він не буде витрачати свій час на використання програми. Для мотивування учнів, зміст програми має бути створено максимально привабливим.

Для того, щоб зміст був мотивуючим, повинні бути складні концепції, а уроки створені таким чином, щоб здобувачі освіти могли їх легко зрозуміти. Необхідно представити чіткі конкретні цілі, щоб ініціювати очікування та мотивувати учня приділяти увагу змісту. Змушення здобувачів освіти згадати попередній навчальний матеріал також заохочує учня асоціювати нову інформацію з попереднім досвідом та знаннями, що стимулюватиме до навчання.

2. Позитивний досвід роботи з навчальним додатком. Чіткість вмісту, простота інтерфейсу та мінімалістичний дизайн є ключем до досягнення

задоволення під час навчання учнів. Простота інтерфейсу та мінімалістичний дизайн є ключем до досягнення задоволення під час навчання учнів [92]. Непотрібні форми та компоненти застосунків повинні бути видалені. Представлений вміст також має бути зрозумілим і точним, щоб забезпечити позитивний досвід здобувачів освіти.

3. Набуття нових навичок. Якщо контент, який надається учню, є тим, що він уже знає або те, що вони не використовували б у своєму поточному середовищі, то висока ймовірність того, що вони проігнорують матеріал. Тому в контекстній частині застосунку, розробникам застосунків необхідно попередньо вивчити досвід учня та врахувати його під час проєктування контенту програми. Дизайнери контенту не повинні повторюватися те, що учні отримують від свого класу. Натомість програма M-learning повинна виступати як надання додаткових допоміжних матеріалів, які допомагають учням отримувати нові навички.

4. Занурення у застосунок. Дизайн інтерфейсу мобільного застосунку, як і контент, має приносити задоволення користувачу.

Зображення, відео та будь-які інші мультимедіа, які використовуються в застосунку, повинні відображатися в приємній формі.

Нижче ми пропонуємо три прості техніки, які можна застосувати, щоб підвищити інтерес учнів.

I. Використання візуальних елементів, коли це можливо, замість тексту.

Важливо відрізняти ці візуальні елементи від інших графічних елементів, такі компоненти програми, як кнопки, стилі тощо, обговорюється в мінімальних критеріях розділу зручності використання інтерфейсу.

Візуальні елементи, запропоновані в цьому параграфі є безпосередньо візуальними і пов'язані зі змістом. М. Паркінсон, експерт із графічного дизайну та засновник Billion Dollar Graphics (BDG) пояснює, як ми обробляємо зображення в 60 000 разів швидше, ніж текст [93].

II. Розробка інтерактивних вправ та уроків. Ігри – це найкращий спосіб створити захоплюючий контент застосунків. При правильному створенні вони

є одним із найпотужніших інструментів для викладання складного змісту в цікавій формі [94].

III. Використання нових технологій, які є захоплюючими для учня. Необхідно бути в курсі подій і надавати учням найновішу інформацію щодо розвитку сучасних технологій. Чим більше хтось інтегрує нові технології у мобільний застосунок, тим легше привернути увагу учня до вмісту.

Наприклад, на даний момент можна розглянути використання віртуальної/доповненої реальності як приклад використання нових і захоплюючих технологій.

5. Естетичне оформлення. Програми, які не вдало оформлені, не отримують хороших оцінок – це головне під час залучення учнів до використання програми. Тому розробникам застосунків необхідно створити естетично привабливий дизайн застосунків не забуваючи про мінімалізм.

6. Підтримка учнівської творчості. Нехай учні роблять свій внесок у зміст. Завдяки великій кількості інтерфейсів за допомогою мобільного телефону, учень повинен мати можливість бути частиною навчального середовища. Учні мають бути не лише одержувачами, а й творцями контенту.

7. Самооцінювання. Після того, як учні користуються програмою, вони повинні відчувати себе більш обізнаними ніж вони були раніше. Крім того, коли вони досягають чогось, наприклад закінчили урок або навчальну вправу, вони повинні отримувати заохочення підбадьорливий і позитивний відгук, що демонструє їх прогрес.

Впровадження віртуальної та доповненої реальності, естетично витриманого інтерфейсу, учнівської творчості й системи позитивного фідбеку за допомогою мобільного застосунку створює основу для глибшого залучення школярів в освітній процес. Проте ці технічні й дизайнерські рішення повинні стати інструментом реалізації ключових освітніх завдань: формування гармонійно розвиненої особистості, здатної до критичного мислення, свідомих дій і адаптації до викликів сучасного світу. У контексті загальної середньої освіти II ступеня, де формується науковий світогляд, саме через такі

інтерактивні та мотивувальні механізми учні здобувають навички аналітичного мислення та практичного застосування знань.

Особливе місце в цьому контексті займає вивчення фізики – навчального предмета, що не лише закладає фундамент для подальшого опанування природничих наук, а й формує в учнів цілісне уявлення про структуру й закони функціонування навколишнього світу. Саме через засвоєння фізичних понять, законів і моделей відбувається розвиток аналітичного мислення, пізнавальної активності та здатності до практичного застосування знань у технологічному контексті.

Сучасний учитель постає перед важливим викликом: організувати освітній процес таким чином, щоб він виходив за межі традиційного відтворення теоретичного матеріалу та був спрямований на осмислення прикладного значення знань, активне залучення учнів до експериментально-дослідницької та проєктної діяльності.

Водночас слід констатувати, що природнича освіта в Україні нині перебуває в кризовому стані. Серед основних проблем – зниження інтересу учнів до вивчення предмета, недостатня матеріально-технічна база та обмеженість методичних ресурсів. У зв'язку з цим актуальним є впровадження інноваційних форм навчання, які здатні пожвавити інтерес до фізики, зробити навчання більш практико-орієнтованим, гнучким і технологічно адаптивним.

Одним із таких рішень є впровадження мобільних навчальних застосунків та цифрових освітніх середовищ, зокрема – Віртуального кабінету, що дозволяє поєднати класичні методи викладання з сучасними цифровими інструментами. Це відкриває нові можливості для підвищення якості фізичної освіти та формування цифрової компетентності вчителя і учня.

Розглядаючи методичні особливості організації навчального процесу з фізики у закладах загальної середньої освіти II ступеня, слід зазначити, що чинна система підготовки педагогів здебільшого орієнтується на класичні методичні шаблони. Відтак, більшість випускників педагогічних закладів вищої освіти, розпочинаючи власну професійну діяльність, наслідують

усталену структуру уроку: перевірка домашнього завдання, актуалізація знань, подання нового матеріалу відповідно до підручника, демонстрація дослідів та закріплення знань.

Проте такий підхід, попри його методичну обґрунтованість, не завжди гарантує глибоке засвоєння навчального матеріалу та досягнення ключових результатів навчання. Він обмежує можливості індивідуалізації, творчості, розвитку дослідницької активності учнів та їх зацікавленості в предметі. Постає низка запитань: чи забезпечує така структура уроку ефективну взаємодію між учнем і навчальним змістом? Чи відповідає вона викликам цифрового суспільства? Чи сприяє розвитку критичного мислення, яке є одним із базових результатів освітнього процесу відповідно до вимог Нової української школи?

Практика навчання свідчить, що для підвищення якості уроків і поліпшення результативності засвоєння знань необхідно враховувати низку методичних особливостей, зумовлених як специфікою предмета, так і характеристиками сучасних здобувачів освіти. Йдеться про потребу інтегрувати інноваційні підходи, які дозволяють осучаснити методику викладання. Зокрема, йдеться про:

- необхідність залучення інформаційно-комунікаційних технологій (віртуальні експерименти, мобільні застосунки, інтерактивні вправи);
- індивідуалізацію навчання через цифрові середовища, які дають змогу працювати в особистому темпі та за індивідуальною траєкторією;
- активне застосування міжпредметних зв'язків, що поглиблює розуміння природничих явищ;
- підвищення ролі учня як суб'єкта навчальної діяльності, що передбачає самостійний пошук, аналіз, конструювання знань.

Отже, для модернізації уроків природничих дисциплін та наближення їх до реалій сучасного цифрового освітнього середовища, необхідно не лише осучаснювати методику підготовки майбутніх учителів, а й критично переосмислювати підходи до структури навчального заняття. Це дозволить

зробити процес навчання більш ефективним, цікавим і результативним для здобувачів освіти [95].

Однією з ключових особливостей викладання фізики в умовах сучасного закладу загальної середньої освіти є активне використання портативних цифрових пристроїв – зокрема смартфонів і планшетів. Ми живемо в епоху стрімкого розвитку інформаційного суспільства, у якій цифрові технології дедалі активніше проникають у всі сфери діяльності, зокрема в освітній процес. Це закономірно зумовило зростання наукової зацікавленості у вивченні потенціалу інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) для покращення якості навчання фізики.

Попри велику кількість теоретичних і практичних напрацювань у цій галузі, слід визнати, що більшість існуючих підходів до використання гаджетів на уроках фізики залишаються переважно фронтальними. В основному це мультимедійні демонстрації, відеоексперименти, презентації, а також моделювання фізичних явищ у віртуальному середовищі. Хоча такі форми навчання мають свої переваги, вони лише частково використовують потенціал мобільних пристроїв.

Водночас у сучасному інформаційному середовищі учні вже володіють базовими навичками пошуку інформації саме через гаджети, тож логічно інтегрувати ці навички в навчання. Орієнтація на індивідуалізоване використання мобільних пристроїв, що враховує потреби, інтереси та рівень підготовки кожного учня, відкриває нові можливості для персоналізації освітнього процесу. Відповідно, педагог має не лише дозволяти використання смартфонів, а й цілеспрямовано формувати дидактичне середовище, у якому гаджет стане інструментом самонавчання, самоконтролю та наукового пізнання.

На жаль, цей аспект ІКТ – індивідуалізоване навчання за допомогою мобільних застосунків – досліджений недостатньо, що залишає простір для наукового аналізу, експериментальної перевірки та розробки відповідних методів. Окрім того, залишається відкритим і багатоаспектне питання щодо

соціально-психологічного впливу мобільних пристроїв на освітню діяльність учнів. У науковій і публіцистичній літературі часто наголошується на негативних наслідках їх надмірного або безсистемного використання.

Проте, як показує практичний досвід роботи у школі, не сам гаджет є загрозою для розвитку молодшої особистості, а відсутність педагогічно доцільної стратегії його інтеграції в навчання. Використання мобільного застосунку, розробленого відповідно до вікових особливостей учнів, змісту освітньої програми та педагогічних цілей, може трансформувати гаджет з джерела відволікання на потужний освітній ресурс. Саме таке розуміння стало основою для створення «Віртуального кабінету», орієнтованого на активне, відповідальне й науково обґрунтоване використання мобільних пристроїв у навчальному процесі.

У сучасному освітньому середовищі все частіше порушується питання негативного впливу гаджетів на навчальну мотивацію учнів. Вчителі й батьки зазначають, що постійне користування смартфонами знижує рівень уваги школярів, спричиняє нехтування навчальними завданнями та зменшує інтерес до читання традиційної літератури. Справді, для багатьох підлітків привабливішими стають соціальні мережі та мобільні ігри, аніж засвоєння навчального матеріалу. Це призводить до поступової втрати інтересу до навчання загалом і до природничих наук зокрема.

У зв'язку з цим дедалі частіше обговорюється доцільність заборони використання мобільних пристроїв на уроках. Проте доцільно поставити запитання: а що, як не забороняти, а спрямувати цифрові звички учнів у конструктивне русло? Чому б не перетворити гаджет із відволікаючого чинника на потужний освітній інструмент? Саме в цьому контексті надзвичайної актуальності набуває ідея використання спеціально організованого цифрового навчального середовища – «Віртуального кабінету».

ВК дозволяє не лише модернізувати викладання фізики, а й підвищити ефективність навчального процесу, зробивши його більш узгодженим із

сучасними викликами цифрової епохи. Він інтегрує елементи E-learning, мультимедіа, гейміфікації, самоконтролю й доступу до актуальних наукових знань. Структура ВК охоплює конспекти, відеоматеріали, інтерактивні завдання, тести, гіперпосилання на додаткові ресурси та віртуальні лабораторії. Увесь контент упорядковано відповідно до календарно-тематичного плану й розміщено на веб-платформі, доступній з будь-якого мобільного пристрою.

Сильна сторона ВК – його мобільність і гнучкість: учень може опрацьовувати матеріал як під час уроку в класі, так і вдома – у зручному для себе режимі. Смартфон стає достатнім технічним засобом для повноцінного доступу до навчального контенту. За належної організації педагогічного супроводу учень, замість безцільного використання телефона, спрямовується на виконання конкретних пізнавальних завдань: пошук наукової інформації, перегляд відеоексперименту, виконання online-тесту, розв'язання задачі у віртуальному лабораторному середовищі тощо.

Таким чином, мобільні пристрої стають активним елементом навчання, а не загрозою йому. Учні отримують мотивацію через цікавість до цифрового контенту, а вчитель – інструменти для ефективного зворотного зв'язку, моніторингу знань та гнучкого керування навчальною діяльністю. Найважливіше – педагог спрямовує увагу учнів не на заборони, а на розвиток через відповідальне користування сучасними технологіями, що відповідає філософії Нової української школи та принципам освіти XXI століття [96].

Другою визначальною особливістю викладання природничих дисциплін, особливо фізики, у закладах освіти II ступеня є низький рівень матеріально-технічного оснащення навчальних кабінетів. На жаль, в умовах багатьох українських шкіл фізичні лабораторії залишаються застарілими, а подекуди – взагалі занедбаними. Обладнання, що використовується, здебільшого морально та технічно застаріле, а його кількість не дає змоги організувати індивідуальну або групову роботу кожного учня під час лабораторного практикуму.

Це призводить до критичної ситуації, коли фізика – наука, що має експериментальну природу – подається учням переважно в теоретичному форматі. Відсутність можливості проводити демонстраційні досліди, фронтальні експерименти або лабораторні роботи суттєво знижує ефективність формування в учнів предметної компетентності, насамперед у частині розвитку експериментаторських навичок і дослідницького мислення [97].

Така ситуація є серйозним викликом не лише для якості шкільної освіти, а й для майбутнього науково-технічного потенціалу України. Зниження інтересу до фізики, обмежений практичний досвід учнів і нестача сучасного обладнання можуть мати довготривалий негативний вплив на формування технократичної еліти держави, що вкрай необхідна для розвитку економіки знань.

У цьому контексті мобільний застосунок «Віртуальний кабінет» (ВК) виступає як реальна альтернатива й тимчасове розв'язання проблеми недостатнього технічного оснащення. Завдяки використанню цифрових інструментів і програмних платформ у межах ВК можна здійснювати віртуальні експерименти, моделювання та симуляції, які повноцінно ілюструють суть фізичних процесів та явищ.

Особливістю такої форми навчання є відсутність ризиків, пов'язаних із псуванням лабораторного обладнання, що зазвичай стримує учнів від активної участі в практичній роботі. Крім того, цифрові симуляції дають можливість неодноразового повторення досліду, зміни умов проведення експерименту, візуалізації результатів у зручній формі, що суттєво розширює можливості вчителя у поясненні складних понять.

Найвищу ефективність віртуального експерименту можна досягти в тому випадку, коли він доповнюється хоча б епізодичними реальними дослідженнями, що надають учням можливість порівняти віртуальну модель із фізичною реальністю. Це дозволяє краще усвідомити межі застосування

моделей і сформуванати критичне ставлення до результатів, отриманих у симульованому середовищі.

Однак, навіть за умов широкого використання ВК, необхідність оновлення матеріально-технічної бази кабінетів фізики залишається нагальною. Віртуальне середовище може бути ефективним доповненням, але не повною заміною для реального лабораторного досвіду.

Крім того, використання віртуальних моделей дозволяє розширити коло навчального експерименту, знайомлячи учнів із широким спектром фізичних явищ і процесів, які неможливо або складно відтворити в умовах шкільного кабінету. Зокрема, йдеться про:

- високотемпературні та високотискові процеси (наприклад, моделювання умов у ядрі планет або в термоядерному реакторі);
- дослід з радіоактивністю, які потребують спеціального захисту і недоступні для шкільного експериментування;
- астрономічні спостереження, зокрема моделювання сонячних і місячних затемнень, руху планет, побудову траєкторій супутників;
- дослідження на рівні атомів і елементарних частинок, де за допомогою віртуальних моделей можливо наочно представити квантові процеси, побудову атомів тощо;
- вимірювання, що потребують високоточної техніки, якої здебільшого немає в освітньому закладі (наприклад, вивчення інтерференції, дифракції, спектроскопії);
- рідкі кристали, полімери, наноматеріали та їх використання (8 клас, розділ 1 «Тепловий рух атомів і молекул. Температура»);
- теплообмін в побуті, техніці та у природі; плавлення, пароутворення і конденсація (8 клас, розділ 2 «Внутрішня енергія тіла. Теплові процеси»);
- взаємодія електричних зарядів, електризація, електричне поле; сила Кулона; провідники, напівпровідники, ізолятори (8 клас, розділ 4 «Електричні явища»);

- дії електричного струму; струм у металах; джерела електричного струму; елементи електричного кола; залежність опору провідника від температури (8 клас, розділ 5 «Електричний струм. Закони постійного струму»);

- утворення і поширення механічних та електромагнітних хвиль; радіозв'язок і радіолокація; сучасні засоби зв'язку та телекомунікацій (9 клас, розділ «Механічні та електромагнітні хвилі»);

- моделі будови атома; радіоактивні випромінювання та їх йонізаційна дія; поділ важких ядер; моделі ядерних реакторів; будова і дія дозиметрів; моделі атомних електростанцій; перебіг ядерних реакцій, термоядерні реакції, моделі прискорювачів елементарних частинок, космологічні моделі (9 клас, розділ «Фізика атома та атомного ядра. Фізичні основи атомної енергетики»).

Такі цифрові моделі забезпечують глибше розуміння фізичних законів, формують у школярів наукове світобачення та підвищують інтерес до предмета завдяки ефекту візуалізації складних і абстрактних понять.

Очевидно, що повноцінне опанування навчального матеріалу з фізики, усвідомлення учнями причинно-наслідкових зв'язків природних явищ і формування цілісної фізичної картини світу є неможливим без глибокого розуміння ключових понять, законів і принципів науки. У цьому контексті актуалізується потреба у впровадженні ефективних методичних рішень, які б підвищували якість навчання, стимулювали пізнавальний інтерес і сприяли формуванню наукового світогляду. Одним із таких рішень є використання віртуального кабінету фізики як цифрового навчального середовища, здатного компенсувати обмеження традиційного навчання.

Особливої актуальності це питання набуває у світлі нещодавніх змін у регулюванні освітнього процесу. Так, згідно з оновленими нормативами Міністерства освіти і науки України, низка фізичних приладів була визнана непридатною для використання у шкільних умовах через питання безпеки та застарілість. Цей крок, хоча й зумовлений об'єктивними причинами, суттєво ускладнив реалізацію експериментальної складової на уроках фізики. У

результаті навчання ризикує звестися виключно до теоретичного викладу без належного дослідницького компонента.

У таких умовах використання віртуальних моделей, цифрових симуляцій та інтерактивних мобільних застосунків виступає як раціональний і сучасний вихід із ситуації. Цифрові технології не лише компенсують брак обладнання, а й дозволяють проводити візуалізацію складних процесів, виконувати лабораторні дослідження у віртуальному середовищі, інтегрувати мультимедійний контент у структуру уроку.

Таким чином, створення методичних підходів до проєктування й використання віртуального кабінету фізики є відповіддю на нагальні виклики сучасної освіти. Це також відкриває нові можливості для вдосконалення професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін, які повинні володіти інструментами цифрової педагогіки, бути здатними адаптуватися до змін і впроваджувати інноваційні рішення у власну педагогічну практику.

Визначені нами особливості сучасного викладання фізики потребують перегляду педагогічних стратегій і застосування нових підходів до організації навчального процесу. Робота з поколінням цифрових учнів, які мають інші когнітивні характеристики, спосіб сприйняття інформації та навчальні звички, вимагає від учителя ініціативності, гнучкості та вміння мотивувати до пізнавальної діяльності через залучення до активних форм навчання.

Одним із ефективних інструментів у цьому напрямі, який ми впроваджуємо на практиці, є використання опорних конспектів, що спрямовані на розвиток аналітичного та узагальнюючого мислення учнів. Особливо результативною така методика виявилася під час вивчення розділу *«Світлові явища»* у 9 класі, адже зміст цього розділу тісно пов'язаний із повсякденним досвідом учнів та має гуманістичну спрямованість.

Опорний конспект – це стислий, структурований огляд ключових понять теми, підготовлений учнем на основі підручника, додаткових джерел та мультимедійних матеріалів. Його створення вимагає не лише осмислення й

систематизації навчальної інформації, а й вміння чітко та лаконічно її подати. Таким чином, ця форма роботи виступає індикатором рівня розуміння та засвоєння навчального матеріалу, а також сприяє розвитку метапредметних умінь.

Ефективність складання опорних конспектів значно зростає за умов використання віртуального кабінету (ВК). У цифровому середовищі учні мають доступ до широкого спектра джерел – як вітчизняних, так і міжнародних – що стимулює розвиток навичок інформаційного пошуку, критичного мислення та медіаграмотності. Це створює підґрунтя для формування інформаційного компонента предметної компетентності, який є невіддільною складовою сучасної фізичної освіти.

У процесі опрацювання інформації учні навчаються порівнювати різні точки зору, аналізувати альтернативні наукові підходи, бачити перспективи розвитку науки. Особливу увагу ми приділяємо презентаційній складовій завдання: учні самостійно або в малих групах презентують свої напрацювання, що сприяє формуванню комунікативної компетентності та навичок публічного виступу.

Захист опорного конспекту передбачає індивідуальну розмову з учителем, у ході якої виявляються прогалини в розумінні матеріалу, а також окреслюються шляхи їх усунення. Це дає змогу реалізувати діагностичну функцію освітнього процесу та індивідуалізувати підхід до навчання.

Попри те, що підготовка такого виду діяльності вимагає від учителя певних часових і методичних ресурсів, отримані результати мають глибокий і тривалий вплив на якість засвоєння знань та розвиток самостійності учнів. Крім того, ми рекомендуємо учням обмінюватися готовими опорними конспектами через віртуальний кабінет або зручні цифрові платформи (месенджери, спільні диски, сервіси Moodle чи Google Classroom). Це сприяє організації взаємонавчання, порівняльного аналізу результатів, розвитку рефлексивного мислення та навичок самооцінювання.

Таким чином, впровадження такого підходу є не лише актуальним, але й необхідним кроком на шляху до модернізації методики викладання фізики в умовах цифрової трансформації освіти.

У межах дослідження нами виокремлено низку переваг, які супроводжують освітню діяльність учнів під час створення опорних конспектів з фізики в умовах функціонування віртуального кабінету:

- розширення інформаційних можливостей: учні отримують доступ до широкого спектра наукової інформації, включаючи ресурси українських та зарубіжних освітніх платформ, наукових бібліотек і авторитетних сайтів;
- розвиток презентаційних умінь: результати самостійної роботи можуть бути представлені у вигляді мультимедійної презентації, що сприяє формуванню комунікативної та візуальної грамотності;
- забезпечення інтерактивної взаємодії: процес підготовки конспектів супроводжується можливістю спілкування з іншими учасниками освітнього середовища (вчителем, однокласниками), що підсилює колаборацію та обмін досвідом;
- ознайомлення з альтернативними науковими підходами: через використання електронних сервісів учні мають змогу проаналізувати різноманітні способи вирішення навчальних задач, ознайомитися з сучасними дослідницькими підходами та перспективами розвитку фізики як науки;
- підвищення рівня педагогічної діагностики: цифрове середовище дозволяє відразу виявляти прогалини у знаннях, своєчасно діагностувати типові труднощі у засвоєнні навчального матеріалу та адаптувати подальший навчальний маршрут кожного учня.

Однією з ключових особливостей навчання фізики у закладах загальної середньої освіти II ступеня є необхідність системного ознайомлення учнів із новітніми досягненнями фізичної науки. Хоча ця вимога завжди була актуальною, у наш час вона набуває особливої ваги, адже фізика пронизує практично всі сфери життєдіяльності сучасної людини. Усі високотехнологічні галузі – від медицини до телекомунікацій – базуються на

законах фізики. Вчитель має докласти максимум зусиль, щоб розкрити учням прикладне значення фізичних знань та продемонструвати їхній вплив на формування сучасної наукової картини світу. Це сприятиме не лише пізнавальному інтересу, а й розвитку наукового світогляду школярів.

Історичні приклади наочно ілюструють, як фундаментальні відкриття у фізиці пришвидшують технологічний поступ. Відкриття електричних явищ стимулювало розвиток електротехніки, але потребувало близько ста років для широкого практичного застосування. У свою чергу, відкриття в галузі ядерної фізики за менш ніж півстоліття призвело до створення атомних електростанцій. Розвиток нанотехнологій, ініційований відкриттям електронного мікроскопа, відкрив шлях до створення мікрокомп'ютерів та новітніх матеріалів. Сьогодні ми є свідками двох глобальних технологічних векторів: розробки штучного інтелекту та інтенсивного розвитку космічних досліджень. І в кожному з них першоосновою виступають знання з фізики, її теоретико-методологічні засади та експериментальні методи.

Сучасний учень повинен не лише засвоїти шкільний курс навального предмета, а й усвідомити її значення для розвитку цивілізації. Таке розуміння є запорукою формування компетентного, свідомого громадянина, здатного долучитися до розвитку національної та світової науки. У цьому контексті надзвичайно ефективним інструментом виступає мобільний застосунок. Розміщення в ньому актуальних матеріалів – від науково-популярних статей до репортажів про новітні відкриття – надає учням змогу бути в курсі останніх наукових досягнень. Віртуальне освітнє середовище дає можливість вчителю доволі швидко оновлювати навчальний контент та формувати в учнів бачення фізики як динамічної, живої науки.

Таким чином, в умовах глобалізації й стрімкого науково-технічного прогресу, освітній процес із фізики потребує трансформації. Особливості, що були нами окреслені, мають враховуватись при плануванні й реалізації навчання. Головне завдання педагога – бути гнучким, інноваційним, вміти в найкоротший час реагувати на зміни та орієнтуватися в сучасному науковому

дискурсі. Саме це дає змогу не лише якісно навчати фізики, а й формувати в учнів науковий світогляд, готовність до життя в технологічному суспільстві.

Застосування такого підходу є не лише ефективним засобом формування предметної компетентності, а й суттєвим чинником цифрової трансформації навчального процесу.

2.3.Проектування моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі

У попередніх параграфах даного розділу нами було здійснено аналіз концептуальних засад формування цифрової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін, охарактеризовано сучасний стан готовності студентів до використання мобільних застосунків, визначено ключові педагогічні умови, що забезпечують ефективність формування такої готовності, а також окреслено особливості навчальних мобільних застосунків як одного з інструментів цифрової підготовки.

Водночас, враховуючи сучасні виклики, виявлені суперечності між рівнем цифрової підготовки студентів і потребами освітньої практики, а також потребу у створенні методичного підґрунтя для впровадження мобільних застосунків в систему професійної педагогічної освіти, виникла необхідність у побудові моделі, яка б відображала цілісну систему формування відповідних знань, умінь і ставлень у майбутніх фахівців.

На рисунку 2.6 показано запропоновану нами модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проектування та використання мобільних застосунків, яка є результатом теоретичного узагальнення, практичного досвіду та експериментальних перевірок. Вона базується на таких ключових засадах, як системність, поступовість, неперервність, особистісно орієнтований підхід, міждисциплінарна інтеграція та діяльнісна спрямованість освітнього процесу.

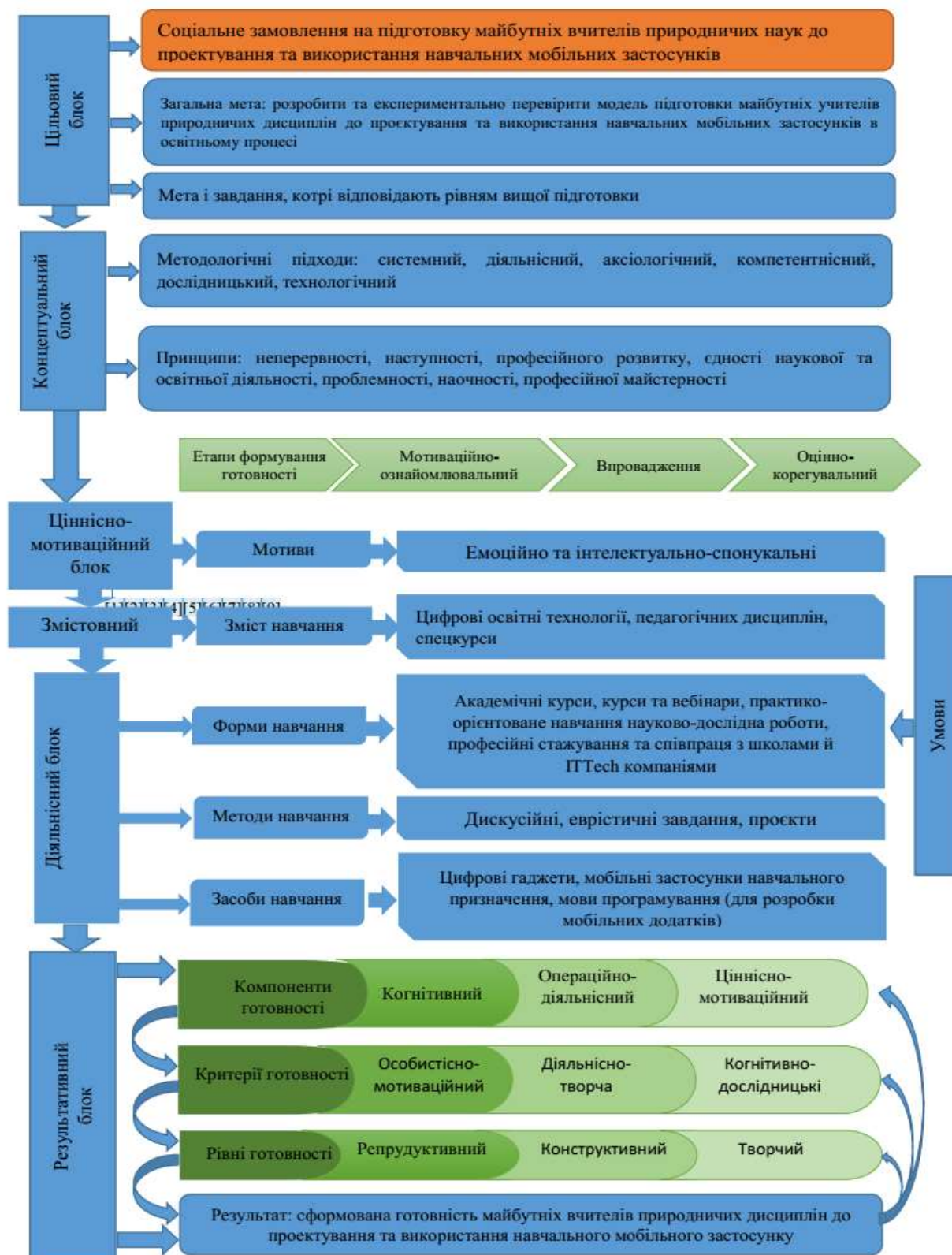


Рис. 2.6. Модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі

У межах цієї моделі визначено складові готовності майбутніх учителів (ціннісно-мотиваційну, когнітивну, операційно-діяльнісну), принципи і

підходи до її реалізації, змістове наповнення кожного етапу, умови та інструменти педагогічного впливу. Особливу увагу приділено педагогічним технологіям, які забезпечують поступове формування цифрової та методичної компетентності, а також критеріям оцінювання сформованості готовності студентів до використання мобільних застосунків в освітньому процесі.

Використання методу моделювання надає можливість забезпечити методичне осмислення основних ідей дослідження й певною мірою надати процесу формування готовності технологічного характеру у процесі підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін до проєктування та реалізації мобільних застосунків навчального призначення в освітньому процесі.

Перед початком характеристики моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до використання навчальних мобільних застосунків та технічних моментів щодо її проєктування, необхідно звернутися до аналізу понять «модель» і «моделювання». У загальнонауковому розумінні модель трактується як спеціально створена система, яка репрезентує структуру, властивості або функціональні зв'язки реального об'єкта, що досліджується. Вона може мати вигляд графічного зображення, формули, логічної схеми чи іншого знакового представлення, що дозволяє спростити і конкретизувати складні процеси чи явища [98]. З погляду теорії пізнання, модель виступає як умовний або абстрактний аналог певного об'єкта чи явища, що дозволяє вивчати його основні характеристики, не звертаючись безпосередньо до оригіналу. У філософсько-методологічному контексті моделювання розглядається як процес конструювання уявного чи матеріального зразка, що частково або повністю відтворює фрагмент дійсності. Така система виконує роль посередника у процесі пізнання і може слугувати основою для формулювання висновків, які з певним ступенем вірогідності можна екстраполювати на об'єкт дослідження.

Таким чином, моделювання забезпечує умовну, спрощену, але наочну репрезентацію складної системи, а результати роботи з моделлю – за наявності

методологічного обґрунтування – можуть застосовуватись до відповідного оригіналу в реальному світі [99].

Як зазначає В. Шапран, модель може мати як матеріальну форму, так і існувати як ментальна конструкція в процесі мислення. Її головна функція полягає в тому, щоб заміщати об'єкт дослідження (оригінал) у такий спосіб, який дозволяє отримувати нову інформацію про сам оригінал шляхом вивчення моделі [100].

Побудова моделі спирається передусім на уявлення дослідника про пізнаваний об'єкт. У контексті нашого дослідження ключовим є використання абстракції: завдяки мисленнєвому узагальненню увага зосереджується на найбільш значущих компонентах і зв'язках, тоді як другорядні або несуттєві характеристики відсіюються. Як зазначає В. Берека [101], жодна модель не здатна повністю відобразити реальність або абсолютно точно відтворити досліджуваний об'єкт, оскільки педагогічна дійсність характеризується надзвичайною складністю взаємозв'язків.

Метод моделювання набув поширення в сучасній педагогічній науці, що відображено у працях як українських дослідників – І. Богданова, Н. Булгакової, О. Савченко, С. Сисоєвої та інших, – так і зарубіжних науковців, які розглядають його як ефективний інструмент аналізу й конструювання освітніх процесів.

У досліджених наукових джерелах моделювання трактується як спосіб опосередкованого теоретичного впливу на об'єкт пізнання. При цьому вивчається не сам об'єкт безпосередньо, а спеціально створена або природна система, яка має певну подібність до досліджуваного явища. Така система – модель – може частково заміщувати об'єкт на окремих етапах пізнавального процесу й слугувати джерелом нової інформації про його структуру, властивості та взаємозв'язки [102].

С. Сисоєва відносить моделювання до теоретичних методів наукового дослідження, які використовуються для аналізу структури та механізмів навчального й виховного процесів, а також логіки побудови навчального

змісту. Водночас, підкреслюючи ефективність і продуктивність цього методу, авторка застерігає, що жодна, навіть найбільш удосконалена модель, не здатна повністю охопити ті особливості поведінки та способи обробки інформації, які властиві людині як суб'єкту свідомої, соціально зумовленої діяльності. Таким чином, узагальнюючи сказане, можна стверджувати: модель є не прямим результатом експериментального спостереження, а наслідком абстрактного осмислення та узагальнення практичного досвіду [103].

Доволі повне і розгорнуте визначення моделі, на нашу думку, пропонує український вчений О. Сидоренко: «Модель – це штучно створений об'єкт у вигляді схеми, креслення, логічно-математичних формул тощо, який, будучи схожим на об'єкт дослідження, відтворює в спрощеній формі його структуру, властивості, взаємозв'язки та відносини між елементами цього об'єкта» [104]. На думку дослідника, процес створення моделі неможливий без застосування аналогічного мислення, яке лежить в основі формування подібності між моделлю та об'єктом дослідження. Він підкреслює, що аналогія забезпечує не достовірне, а ймовірнісне знання, яке потребує обов'язкової перевірки у практичних умовах. Науковець також зауважує, що під час побудови моделей слід пам'ятати: якою б точною чи ідеалізованою вона не здавалася, модель завжди лише частково репрезентує об'єкт дослідження, значною мірою спрощуючи його структуру та зміст. Модель і оригінал не є ідентичними, а лише подібними. Проте аналогія корисна вже тим, що спонукає до здогадок, і це є метою моделювання» [105].

Процес моделювання передбачає послідовне проходження кількох стадій. Спочатку відбувається актуалізація наявної інформації про об'єкт пізнання та здійснюється вибір найбільш релевантної моделі з-поміж можливих варіантів, яка найточніше відображає сутнісні характеристики досліджуваного явища або системи. Далі проводиться власне аналіз і вивчення обраної моделі, що в підсумку дозволяє отримати нові знання про об'єкт, який моделюється [106].

У науковій літературі поняття «модель підготовки фахівця» трактується дослідниками по-різному, залежно від підходів та контексту дослідження. Наприклад, Р. Акофф, П. Ханіка та І. Хейстер розглядають таку модель як описову систему, що відтворює ключові риси та характеристики об'єкта – узагальненого образу фахівця певної професійної спрямованості. Подібна інтерпретація узгоджується з філософським підходом до моделювання, яке розуміється як процес репрезентації суттєвих властивостей одного об'єкта за допомогою іншого, спеціально створеного для його дослідження» [107]. На думку багатьох вчених, «модель підготовки майбутніх вчителів можна трактувати як приклад експерта, яким він є у певний період своєї професійної діяльності».

Побудова моделі професійної підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін базується на врахуванні різноманітних концептуальних підходів до організації освітнього процесу. Її структура та зміст значною мірою визначаються тим, які педагогічні ідеї, методологічні орієнтири та принципи вдосконалення навчання і виховання обрані дослідниками як основа. Відповідно, реалізація такої моделі може набувати різних форм і модифікацій, що зумовлюється конкретними цілями, умовами й контекстами професійної підготовки [108]. У дослідженнях І. Зязюна [109], С. Сисоєвої [110] показано можливі способи побудови моделі підготовки майбутнього професіонала певної галузі.

Під час нашого дослідження ми орієнтуватися на думку Н. Ничкало, відповідно до якої під час моделювання системи варто спиратися на те, що вона вибудовується на основі єдності мети, завдань, різноманітних видів діяльності, організаційних форм, критеріїв функціонування як системи в цілому, так і окремих її підсистем [111].

Керуючись розумінням змісту поняття «модель» та підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін», «підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення цифрових освітніх ресурсів», «готовність майбутніх учителів до проєктування, створення та використання

навчальних мобільних застосунків». Під моделлю підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до розробки та впровадження навчальних мобільних застосунків ми розглядаємо цілісну систему взаємопов'язаних елементів освітнього процесу, що реалізується на кожному рівні вищої педагогічної освіти. Така модель спрямована на послідовне формування у студентів необхідної теоретичної й практичної підготовки, що забезпечує їхню здатність до проведення педагогічних досліджень і впровадження цифрових інструментів у навчальну діяльність [112].

Модель процесу підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проектування та використання навчальних мобільних застосунків являє собою умовну систему, що відображає концептуальну ідею, принципи побудови та особливості функціонування зазначеного процесу. Вона виконує роль інструменту аналізу й осмислення професійної підготовки, зокрема в контексті цифровізації освіти. Така модель може розглядатися як орієнтир або цільовий зразок організації підготовки в педагогічній освіті, до якого варто прагнути під час практичної реалізації освітніх програм.

Аналіз сутнісних характеристик і функціонального призначення моделювання як методу пізнання дозволяє визначити низку вимог, які необхідно враховувати під час побудови теоретичної моделі ступеневої підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до розроблення та використання мобільних застосунків навчального характеру. Така модель повинна відображати цілісну логіку педагогічного процесу в межах усіх етапів професійної підготовки, бути співвіднесеною з реальними властивостями її структурних компонентів, а також передбачати можливість відтворення в освітньому середовищі, що забезпечить її подальшу експериментальну перевірку та практичну реалізацію.

У процесі визначення структурних елементів моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до здійснення педагогічних досліджень було враховано підходи, запропоновані С. У. Гончаренком. Науковець підкреслює, що ефективна діяльність потребує наявності певної

регулятивної основи, яка забезпечує усвідомленість і цілеспрямованість поведінки людини. Така основа, на думку дослідника, включає знання про характеристики і зв'язки реального об'єкта, розуміння його значущості, а також володіння способами та засобами взаємодії з ним [113].

З огляду на викладені вище теоретичні положення було виокремлено ключові блоки підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та впровадження мобільних навчальних застосунків у систему загальної середньої освіти. При формуванні структури моделі ми орієнтувалися на необхідність дотримання кількох принципових засад:

- по-перше, модель має репрезентувати провідні концептуальні підходи до професійної підготовки педагогів;
- по-друге, вона повинна бути узгодженою з етапністю навчання відповідно до рівнів вищої освіти;
- по-третє, структура моделі має логічно відповідати особливостям організації освітнього процесу у закладі вищої освіти.

Крім того, у модель включено педагогічні умови, які сприяють підвищенню ефективності формування готовності майбутніх учителів до використання цифрових інструментів [114]. У результаті розроблено модель підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків навчального характеру.

Ця модель охоплює підготовку на всіх етапах навчання у ЗВО та розкриває її змістову структуру. Зокрема, вона спрямована на розвиток у студентів трьох взаємопов'язаних компонентів готовності:

- ціннісно-мотиваційного, що визначає ставлення до інноваційної цифрової діяльності;
- когнітивного, пов'язаного з глибиною професійно-предметних і технологічних знань;
- операційно-діяльнісного, який охоплює навички практичного проєктування та впровадження мобільних застосунків у навчальний процес.

Загальна мета конкретизована через тактичну мету та завдання підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін.

Ключові стадії формування педагогічної майстерності вчителя: професійна адаптація, самокритичне оволодіння досвідом, самоосвіта, пошук, наукові дослідження [115]. Спираючись на аналіз фахової літератури й практичний досвід, ми пропонуємо виділити чотири етапи формування готовності студентів – майбутніх учителів природничих дисциплін – до проєктування та використання мобільних навчальних застосунків. Ці етапи корелюють з рівнем їхньої залученості до професійної та науково-дослідної діяльності.

Розроблення відповідних етапів підготовки здійснено з урахуванням положень Закону України «Про вищу освіту» (2014), відповідно до якого підготовка педагогічних кадрів реалізується на таких рівнях вищої освіти: початковому (короткий цикл вищої освіти), першому (бакалаврському), другому (магістерському).

Кожен із зазначених рівнів виступає логічним і змістовим підґрунтям для виокремлення конкретних завдань, компетентнісних орієнтирів і форм організації освітнього процесу, спрямованого на формування цифрової готовності студентів до розробки та застосування навчальних мобільних інструментів у педагогічній діяльності.

Концептуальною основою побудови моделі стали теоретичні засади таких наукових підходів, як системний, діяльнісний, аксіологічний, професіографічний, компетентнісний, дослідницький, особистісно орієнтований, технологічний та задачний. Залучення цих підходів дозволило забезпечити цілісність, орієнтовану на практичність і наукову обґрунтованість моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних навчальних застосунків.

Здійснений системний аналіз процесу підготовки майбутніх учителів до проєктування та застосування навчальних мобільних застосунків дав змогу трактувати цей процес як цілісну сукупність взаємопов'язаних структурних

компонентів. Ці компоненти забезпечують безперервний, логічно вибудований та цілеспрямований вплив методів, форм і технологій навчання на студентів з метою формування у них комплексу визначених педагогічних якостей, знань і практичних умінь. Такий процес розглядається як підсистема загальної системи професійної підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін.

Системність підготовки до використання мобільних навчальних технологій виявляється у взаємозв'язку між змістовим наповненням, дидактичними підходами, методами організації освітньої взаємодії, а також у єдності теоретичної та практичної діяльності майбутніх педагогів на кожному етапі їх професійного становлення. До ключових ознак системного підходу в межах цієї моделі належать: цілісність освітнього процесу, наступність змісту навчання, поетапне ускладнення і розширення професійних знань та навичок.

Застосування діяльнісного підходу в підготовці вчителя як розробника освітніх цифрових продуктів забезпечує побудову взаємовідносин у форматі суб'єкт-суб'єктних між учасниками освітнього процесу. Цей підхід передбачає широке використання особистісно орієнтованих технологій, активних методів навчання та практико-орієнтованих завдань, завдяки чому досягається свідоме, глибоке засвоєння знань і досвіду проєктної та дослідницької діяльності, що є необхідним для роботи майбутнього вчителя в умовах цифровізації закладів загальної середньої освіти.

Застосування професіографічного підходу у підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін передбачає приведення моделі професійної підготовки у відповідність до вимог, визначених професіограмою вчителя-розробника. Розроблена професіограма, яку буде подано в окремому підрозділі, виступає методологічною основою для визначення змісту, форм і методів освітньої діяльності, спрямованої на формування здатності до проєктування та впровадження мобільних навчальних застосунків у шкільну практику.

Професіограма виконує роль своєрідного орієнтиру як для викладача, так і для студента. Для викладача вона слугує інструментом планування освітньої стратегії, дозволяє визначити тактичні кроки формування у здобувачів вищої освіти сукупності професійних умінь, навичок і якостей, необхідних для реалізації професійних функцій. Саме на основі професіограми окреслюються критерії, показники та рівні сформованості готовності майбутніх учителів до інноваційної педагогічної діяльності.

Для студента ж професіограма стає базовим орієнтиром у побудові індивідуальної освітньої траєкторії, зокрема – у самостійному плануванні професійного зростання, самовихованні та розвитку дослідницьких компетентностей. Вона виконує також функцію діагностичного та прогностичного інструмента в межах експериментального педагогічного дослідження, дозволяючи оцінювати динаміку особистісно-професійного розвитку на різних етапах підготовки.

У межах аксіологічного підходу (від грец. *axios* – цінний) мета педагогічних досліджень інтерпретується не лише як прагнення вчителя до здобуття нових науково-педагогічних знань, а й як інструмент реалізації освітніх запитів і потреб здобувачів освіти, їхніх родин і ширшого соціального середовища, у якому формується майбутній громадянин. Центральним орієнтиром професійної діяльності вчителя в умовах цифровізації залишається визнання учня як найвищої суспільної цінності. Така ціннісна настанова визначає педагогічну спрямованість майбутнього вчителя-предметника не лише на осмислення закономірностей освітнього процесу, а й на створення найбільш сприятливих умов для формування багатогранної особистості учасника освітнього процесу. У цьому контексті проектування й застосування мобільних навчальних застосунків у педагогічній діяльності набуває гуманістичного змісту, оскільки сприяє адаптації навчального середовища до індивідуальних потреб школярів.

Аксіологічний підхід акцентує увагу майбутнього педагога на розумінні унікальності кожної дитини як суб'єкта освітньої взаємодії, який діє

відповідно до власної ієрархії цінностей, що гармонізується із загальнолюдськими орієнтирами. У результаті таке розуміння формує у студента внутрішню мотивацію до створення педагогічних рішень, що ґрунтуються на повазі, підтримці та розвитку потенціалу учасника освітнього процесу [116].

Запровадження аксіологічного підходу виступає важливим чинником підвищення якості підготовки майбутнього вчителя-дослідника, оскільки саме система його професійних цінностей визначає мету, зміст, засоби й способи реалізації педагогічної діяльності. Ціннісні орієнтири педагога безпосередньо впливають на його здатність формувати гуманістично зорієнтоване, соціально відповідальне освітнє середовище, у центрі якого перебуває особистість учня.

Застосування компетентнісного підходу у професійній підготовці майбутніх учителів передбачає досягнення результатів, які охоплюють мотиваційну, когнітивну, операційно-технологічну та інші складові, що забезпечують поступове розширення знань, умінь і досвіду педагогічної та дослідницької діяльності відповідно до кожного етапу освітньої траєкторії. Цей підхід змінює акценти в організації навчання: замість простої акумуляції знань і навичок він орієнтує здобувачів на формування здатності до самостійної, відповідальної та результативної дії в умовах реальної професійної практики.

У контексті підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін особливої ваги набуває формування не лише академічної обізнаності відповідно до рівня освіти, а й здатності до адаптації, гнучкості мислення та готовності реагувати на трансформації в освітньому середовищі та на ринку праці. Майбутній педагог має бути спроможним керувати освітніми процесами, оперувати інформацією в цифровому просторі, швидко приймати рішення, діяти активно та навчатися протягом усього життя.

Реалізація дослідницького підходу в системі підготовки майбутніх учителів сприяє формуванню в студентів стійкої мотивації до пошукової діяльності. Такий підхід передбачає організацію освітнього процесу у закладах

вищої освіти через залучення здобувачів до вирішення актуальних питань сучасної освітньої практики, зокрема в умовах функціонування нової української школи, за допомогою методів педагогічного дослідження.

Теоретичну основу цього підходу складають фундаментальні ідеї загальної теорії професійної діяльності, розроблені в працях Ю. Александрова, Л. Виготського, П. Гальперіна, О. Леонтьєва, С. Рубінштейна та інших учених, які підкреслювали активну природу особистості в процесі пізнання та перетворення дійсності. Важливими є також наукові положення щодо детермінованості особистісного розвитку змістом і структурою діяльності, висвітлені у працях В. Давидова, Ю. Жданова, Л. Маркаряна та ін.

Окрему цінність становлять дослідження, що розкривають природу та функції дослідницьких умінь як соціально значущого явища, здатного забезпечити не лише професійне зростання педагога, а й його здатність до трансформації освітнього середовища.

Науковці В. Бондар [117] та П. Саух [118] акцентують увагу на тому, що педагогічна творчість, яка може проявлятися у найрізноманітніших аспектах професійної діяльності вчителя, завжди передбачає наявність дослідницького підходу як внутрішньої установки до особистісного і професійного розвитку. Саме здатність критично аналізувати, ставити проблеми та шукати ефективні шляхи їх розв'язання виступає фундаментом для реалізації творчого потенціалу майбутнього педагога [119; 120].

Особистісно орієнтований підхід у підготовці майбутніх учителів передбачає створення педагогічного середовища, сприятливого для саморозвитку студентів, розкриття їхнього творчого потенціалу, формування дослідницького мислення та індивідуального стилю професійної діяльності. Важливою умовою реалізації цього підходу є здатність викладача організувати освітній процес так, щоб стиль спілкування, обрані методи та технології навчання максимально сприяли виявленню і розвитку внутрішніх ресурсів кожного студента. Особистісний підхід також передбачає надання студентам

можливості обирати зміст, форми і методи навчання відповідно до їхньої індивідуальної освітньої траєкторії формування як майбутніх учителів-дослідників.

Технологічний підхід фокусується на організації освітнього процесу як упорядкованої системи дій, що спрямовані на досягнення визначених результатів підготовки. У його межах передбачається послідовне формування ключових компонентів готовності студента – ціннісно-мотиваційного, когнітивного та операційно-діяльнісного – з обов'язковим забезпеченням оперативного зворотного зв'язку між учасниками освітнього процесу. Застосування особистісно орієнтованих освітніх технологій в межах цього підходу дає змогу зробити процес навчання більш керованим, цілеспрямованим і ефективним.

Задачний підхід, у свою чергу, базується на принципі тісного зв'язку освітнього процесу з майбутньою професійно-дослідницькою діяльністю студентів. Основним дидактичним інструментом виступає система ситуативних професійно орієнтованих завдань, які вимагають активного залучення студентів до аналізу, рефлексії та прийняття рішень у змодельованих педагогічних ситуаціях. Така організація навчання стимулює пізнавальну активність, формує дослідницькі навички, розвиває критичне мислення та забезпечує високий рівень самостійності майбутнього вчителя.

Наступним структурним компонентом запропонованої моделі є принципи – базові методологічні орієнтири, що визначають логіку добору змісту, методів і форм навчання студентів у процесі ступеневої підготовки. Саме на основі принципів формується концептуальний каркас освітньої системи, що забезпечує її цілісність, науковість і орієнтацію на практичність.

До основоположних принципів, які покладено в основу моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проведення педагогічних досліджень, відносяться:

- принцип неперервності, який обґрунтовували Н. Ничкало та С. Сисоєва, – передбачає формування єдиної безперервної системи

професійної освіти, що відповідає динамічним потребам особистості та суспільства;

- принцип наступності (Л. Зданевич, М. Чобітько) – забезпечує логічний перехід між етапами підготовки відповідно до рівнів вищої освіти;
- принцип професійної спрямованості (А. Барабанщиков, О. Гулай) – орієнтує зміст навчання на майбутню фахову діяльність;
- принцип єдності наукової та освітньої діяльності (І. А. Кобиляцький) – гарантує інтеграцію теоретичного знання з практикою дослідницької роботи студентів;
- принцип проблемності (Т. Кудрявцев, О. Матюшкін) – стимулює активне мислення через розв’язання навчально-дослідницьких завдань;
- принцип професійної мобільності (Ю. Кисильов, Б. Лисицин) – сприяє адаптивності майбутніх педагогів до змін у сфері освіти та запитів ринку праці;
- принцип урахування вікових та індивідуальних особливостей здобувачів освіти (І. Кобиляцький, Л. Кандибович) – передбачає диференціацію форм і методів навчання відповідно до особистісних характеристик здобувачів освіти.

Серед них принцип неперервності професійної освіти набуває особливої актуальності в умовах сучасного освітнього середовища. Його реалізація передбачає створення гнучкої та відкритої освітньої системи, яка дозволяє забезпечити неперервне професійне зростання фахівців, адаптацію до нових викликів і сприяє формуванню здатності до навчання протягом життя [121]. У контексті запропонованої моделі цей принцип трактується як послідовна система дій, за якої успішне завершення студентом одного освітнього рівня природним чином веде до переходу на наступний етап підготовки, забезпечуючи логічну наступність і поступове ускладнення змісту професійного навчання.

Принцип наступності в нашій моделі розглядається як системоутворювальна категорія, що забезпечує змістову та організаційну

єдність між різними етапами освітнього процесу. Він передбачає узгодженість дій усіх учасників освітнього середовища – викладачів і студентів – та логічний зв'язок між рівнями підготовки, що забезпечує поступовий і цілісний розвиток професійних компетентностей.

У широкому розумінні наступність – це не лише відтворення і застосування умінь та навичок отриманих на попередньому етапі підготовки, а й ускладнення та якісне оновлення змісту навчального матеріалу, способів його подачі та організації навчально-пізнавальної діяльності. Такий підхід долає спрощене розуміння наступності лише як лінійного нарощування знань і враховує динаміку переходу від кількісних змін до якісного вдосконалення професійної підготовки.

Для повноцінної реалізації цього принципу важливо розрізняти два його взаємопов'язані аспекти:

1. Змістова наступність, що проявляється у логічному структуруванні навчального матеріалу в освітніх програмах, дисциплінах і навчально-методичних матеріалах на кожному рівні підготовки.

2. Операційна (процесуальна) наступність, яка виявляється у формуванні послідовних підходів до організації освітньої діяльності: методів, форм, технологій і засобів навчання, адаптованих до рівня сформованості студентів.

Кожен із цих видів наступності реалізується у двох напрямках:

- «зверху вниз», коли освітній процес на поточному етапі базується на досягненнях попереднього, розширюючи й поглиблюючи їх;
- «знизу вгору», коли навчання на попередньому етапі цілеспрямовано формує фундамент для успішного опанування змісту на наступному рівні.

У системі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін така двонаправлена наступність втілюється через алгоритмічну організацію освітнього процесу – як послідовність взаємопов'язаних дидактичних дій, що забезпечують поступове формування складних професійних компетентностей [122].

Підготовленість майбутнього вчителя до організації навчання освітнього процесу з урахуванням його наступності, полягає у:

- визнання взаємозалежності цільових орієнтирів і методів розв'язання педагогічних завдань;
- стандартизації критеріїв до знань, умінь та навичок здобувачів освіти;
- єдності розуміння завдань підготовки майбутніх вчителів;
- розумінні формування педагогічної майстерності.

Принцип професійної спрямованості виступає одним із ключових методологічних орієнтирів у системі підготовки фахівців у сучасній вищій школі. Його реалізація передбачає фокусування освітнього процесу на формування стійкої внутрішньої мотивації здобувачів освіти до опанування професійно значущих знань і вмінь. Професійний інтерес як мотиваційна складова навчальної діяльності сприяє посиленню активності студентів, стимулює самостійну пізнавальну діяльність і прагнення до безперервного саморозвитку.

На сьогодні спостерігається поступовий перехід до цілеспрямованої інтенсивної підготовки майбутнього вчителя з орієнтацією на зміст і умови його майбутньої професійної діяльності. У цьому контексті проєктування освітнього процесу має ґрунтуватися на відтворенні реальних аспектів педагогічної практики, зокрема дослідницької складової професії. Такий підхід вимагає добору змісту навчальних дисциплін, форм і методів їх реалізації з урахуванням предметного образу педагогічної діяльності, зокрема у сфері початкової освіти.

Педагогічна діяльність учителя-дослідника передбачає наявність таких ключових компонентів, як: виявлення і аналіз педагогічної проблеми, формулювання дослідницького завдання, пошук оптимальних рішень, побудова моделі, емпіричне дослідження, прогнозування результатів і їх аналітичне осмислення. Кожен з цих компонентів потребує ґрунтового знання методології педагогічного дослідження, навичок самостійної творчої

діяльності та здатності застосовувати науковий підхід у вирішенні практичних завдань.

У контексті розробленої нами моделі сутність принципу професійної спрямованості полягає в орієнтації змістового наповнення всіх освітніх компонентів на вимоги реальної педагогічної діяльності, зокрема – на формування дослідницької функції майбутнього вчителя. Реалізація цього принципу передбачає усунення надмірно загальних, слабо релевантних навчальних компонентів, що дозволяє, по-перше, оптимізувати навчальне навантаження студентів, по-друге – зосередити їх увагу на практично значущому змісті, і, по-третє – розширити можливості для залучення студентів до індивідуальної науково-дослідної роботи в межах професійної підготовки.

Принцип інтеграції навчальної та науково-дослідної діяльності у процесі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проектування та застосування мобільних освітніх застосунків передбачає цілеспрямоване поєднання опанування теоретичних основ цифрової педагогіки з практичним дослідженням ефективності цифрових інструментів у навчальному середовищі. Студенти не лише опрацьовують окремі аспекти теоретичних і методичних засад створення мобільних застосунків, а й здійснюють їх аналітичне осмислення, розробку та апробацію в межах індивідуальних дослідницьких завдань. Результати цієї діяльності відображаються в навчальних презентаціях, аналітичних оглядах, міні-проектах, курсових і дипломних роботах, що інтегрують елементи мобільного навчання в природничу освіту.

Принцип проблемності навчання реалізується в умовах, коли викладач не просто передає готову інформацію, а створює умови для виникнення у студентів власних пізнавальних питань, пов'язаних із конструюванням і використанням цифрових освітніх продуктів. У процесі лекцій, практичних і лабораторних занять, під час педагогічної практики здобувачі освіти мають можливість самостійно виокремлювати проблеми, що стосуються дидактичного потенціалу мобільних технологій, формулювати завдання,

обирати засоби їх розв'язання та критично оцінювати результати. Такий підхід стимулює розвиток професійного мислення, дослідницьких навичок і здатності до педагогічного проєктування в цифровому середовищі [123].

Принцип професійної мобільності відіграє ключову роль у формуванні здатності майбутніх учителів природничих дисциплін швидко адаптуватися до викликів цифрового освітнього середовища, зокрема – у контексті проєктування та впровадження мобільних навчальних застосунків. Він передбачає розвиток у студентів умінь швидко й самостійно приймати професійні рішення, застосовувати цифрові інструменти відповідно до змін навчального контексту, особливостей учнівської аудиторії та технічних умов. Погоджуючись із позицією Р. Пріми, вважаємо, що готовність до педагогічної діяльності в умовах цифровізації невід'ємно пов'язана зі здатністю майбутнього вчителя бути гнучким, динамічним, здатним до самозмін і професійного зростання. Йдеться не лише про засвоєння теоретичних знань, а насамперед – про формування особистості, здатної конструктивно діяти в умовах освітніх трансформацій, упевнено впроваджувати новітні цифрові засоби навчання, включно з мобільними застосунками, і нести відповідальність за результати своєї професійної діяльності [124].

Реалізація принципу професійної мобільності у підготовці майбутніх учителів передбачає гармонійне поєднання теоретичної обізнаності з практичною здатністю проєктувати цифрові рішення, що відповідають вимогам часу. Це дозволяє формувати освітян нового покоління, здатних до модернізації навчального процесу, переосмислення освітніх цінностей і впровадження інноваційних форм навчання [125].

Принцип урахування вікових та індивідуальних особливостей студентів є надзвичайно важливим у системі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до роботи з мобільними технологіями. Він передбачає розробку і реалізацію індивідуалізованих освітніх траєкторій, що дозволяють кожному студентові поступово, відповідно до його когнітивного стилю, темпу

навчання та попередньої цифрової підготовки, оволодівати необхідними знаннями та навичками у сфері мобільного навчання.

Цей принцип реалізується через упровадження особистісно орієнтованих педагогічних технологій, які створюють умови для гнучкого вибору змісту, форм і методів навчання, що враховують індивідуальні потреби студентів. Важливо, щоб кожен майбутній учитель мав змогу не лише засвоїти базові поняття цифрової педагогіки, а й пройти власний шлях створення та апробації мобільного навчального застосунку – як результату власної навчально-дослідницької діяльності.

Мета, завдання, концептуальні підходи та принципи моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування й застосування мобільних навчальних застосунків реалізуються через комплекс взаємопов'язаних блоків: ціннісно-мотиваційного, змістового та операційно-діяльнісного, що в сукупності забезпечують досягнення очікуваних результатів (результативного блоку) – формування готовності до інноваційної педагогічної діяльності із залученням цифрових інструментів.

Ціннісно-мотиваційний блок спрямований на формування позитивного ставлення студентів до педагогічної інноваційної діяльності загалом і цифрового проєктування, зокрема – до створення та використання навчальних мобільних застосунків у шкільній практиці. Він також охоплює розвиток внутрішньої мотивації, орієнтації на самоосвіту та усвідомлення цінності мобільного навчання як засобу підвищення якості природничої освіти.

Змістовий блок забезпечує опанування студентами необхідного теоретичного підґрунтя щодо цифрової компетентності вчителя, мобільного навчання, принципів дидактичного дизайну та основ педагогічного проєктування мобільних застосунків. Особливе місце в цьому блоці займає інтеграція понять і знань про педагогічне моделювання, мобільні технології в освіті та методику створення навчального цифрового продукту. Запропоновано введення спеціального навчального курсу (наприклад,

«Проектування мобільних освітніх застосунків у природничій освіті») на бакалаврському чи початковому рівні підготовки.

Операційно-діяльнісний блок орієнтований на формування практичних умінь і навичок, необхідних для розроблення, адаптації та ефективного застосування мобільних навчальних інструментів у викладанні природничих дисциплін. Оволодіння цими вміннями забезпечується через впровадження активних методів навчання (проектна діяльність, тренінги, майстер-класи), виконання індивідуальних та групових завдань із цифрового проектування, участь у дослідницьких ініціативах та апробації власних розробок під час педагогічної практики в закладах загальної середньої освіти.

Таким чином, запропонована структура підготовки забезпечує цілісне формування у студентів готовності до професійної діяльності в умовах цифровізації, розвиток дослідницького мислення та здатності створювати й впроваджувати мобільні освітні продукти у процесі навчання фізики, хімії, біології чи географії.

Важливою складовою структурної моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проектування та впровадження навчальних мобільних застосунків є система педагогічних умов, яка забезпечує ефективне формування ключових компонентів готовності – ціннісно-мотиваційного, когнітивного та операційно-діялісного.

Сприяння розвитку ціннісно-мотиваційного компонента досягається через стимулювання внутрішньої мотивації студентів до впровадження інновацій в освітній процес, зокрема до використання мобільних технологій як засобу особистісно орієнтованого навчання. Важливим чинником є створення умов для усвідомлення майбутніми педагогами значущості мобільного навчання як інструменту підвищення якості природничої освіти та забезпечення освітньої доступності.

Розвиток когнітивного компонента забезпечується через організацію навчального процесу за принципом навчання-дослідження. Це передбачає занурення студентів у проблематику цифрової дидактики, ознайомлення з

концепціями мобільного навчання, аналіз прикладів ефективних цифрових рішень та участь у мікродослідженнях, пов'язаних із проєктуванням і тестуванням мобільних освітніх застосунків.

Формування операційно-діяльнісного компонента реалізується через оптимальне поєднання відтворювальної та творчої активності студентів. Створення умов для індивідуальної та колективної роботи над розробленням мобільних застосунків, участь у хакатонах, майстернях, педагогічних практиках, інтеграція ІКТ-завдань у навчальні курси сприяють виробленню гнучких цифрових навичок і готовності до впровадження результатів власної діяльності в реальну шкільну практику.

Результативний блок моделі відображає рівень сформованості готовності майбутніх учителів до проєктування та застосування мобільних навчальних застосунків у професійній діяльності. У межах цього блоку виокремлено три взаємопов'язані компоненти готовності: ціннісно-мотиваційний, когнітивний та операційно-діяльнісний. Для їх оцінювання визначено відповідні критерії (особистісно-мотиваційні, когнітивно-аналітичні, діяльнісно-проєктні) і три рівні готовності: *репродуктивний*, *конструктивний* та *творчий*.

Кожен структурний компонент моделі ступеневої підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних навчальних застосунків функціонує у тісній взаємодії з іншими елементами системи. Модель ґрунтується на принципі єдності мотиваційної основи, теоретичної обґрунтованості та практичної реалізації професійної діяльності, що дозволяє розглядати формування ціннісно-мотиваційного, когнітивного та операційно-діяльнісного компонентів не ізольовано, а як інтегрований і поетапний процес професійного становлення майбутнього вчителя.

Попри цілісність підходу, під час проєктування моделі системи підготовки було доцільним визначити шляхи реалізації кожного з компонентів окремо. Зокрема, становлення ціннісно-мотиваційної сфери майбутнього вчителя цифрової доби розглядається не лише як формування позитивного

ставлення до педагогічної діяльності, а як поступове ускладнення структури мотивів, трансформація взаємин між ними під впливом освітніх та практико-дослідницьких факторів.

Особливого значення набуває зміна характеру мотивації від ситуативно-змінної до внутрішньо стійкої, яка визначає готовність до впровадження інноваційних технологій у навчальний процес. Така еволюція мотиваційних орієнтирів відбувається у процесі педагогічної взаємодії викладача й студента, де першочергове значення має організація діяльності, що сприяє послідовній актуалізації ситуативних потреб дослідження та цифрового проєктування.

Роль викладача в цьому процесі полягає у створенні умов для виникнення й розвитку ключових мотивацій – емоційно-спонукальних (інтерес до мобільного навчання), перспективно-спонукальних (усвідомлення значущості мобільних технологій у майбутній професійній діяльності) та інтелектуально-спонукальних (готовність до педагогічного пошуку, розробки власного цифрового ресурсу). Саме в межах спеціально організованої освітньої діяльності ці мотивації поступово переходять у стійкі внутрішні настанови, які закріплюються в процесі подальшого професійного зростання студента як майбутнього вчителя предметника.

Численні психологічні дослідження у сфері професійного становлення доводять, що формування позитивної мотивації можливе тоді, коли об'єктивно задана професійна діяльність набуває для здобувача особистісної значущості, тобто наповнюється суб'єктивним змістом. У контексті підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків це означає, що інтерес і мотивація студентів посилюються тоді, коли цифрова педагогіка сприймається ними не як зовнішня вимога, а як внутрішня потреба та інструмент самореалізації у професійній сфері [125; 126; 127].

Змістовий блок моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних навчальних застосунків передбачає цілеспрямоване формування системи знань,

необхідних для здійснення педагогічної діяльності в умовах цифрового освітнього середовища. Зокрема, йдеться про оволодіння теоретичними основами цифрової дидактики, закономірностями функціонування мобільного навчання, а також методикою педагогічного проєктування й дослідження ефективності цифрових рішень у викладанні фізики, хімії, біології та географії.

Формування когнітивного компонента готовності до розроблення та застосування мобільних застосунків має здійснюватися поступово – відповідно до освітніх рівнів підготовки (початкового, бакалаврського, магістерського) та на основі державних освітніх стандартів, які визначають загальний обсяг знань, умінь і компетентностей фахівця на кожному етапі.

Зміст навчальних дисциплін, що забезпечують реалізацію цього блоку, повинен включати:

- теоретичну складову – базові поняття, закономірності, принципи, моделі та концепції цифрової трансформації освіти й мобільного навчання;
- практичну складову – методи, прийоми, інструменти та етапи організації й проведення педагогічного дослідження, спрямованого на розробку, впровадження та оцінювання ефективності мобільних навчальних засобів у системі загальної середньої освіти.

Особливу увагу також варто приділяти розвитку педагогічного мислення та психологічній готовності вчителя [128], що передбачає здатність до логіко-аналітичної інтерпретації освітніх процесів, критичного оцінювання цифрових рішень та самостійного формування гіпотез щодо використання мобільних застосунків у навчальному середовищі. Зазначені якості відображені у професіограмі сучасного вчителя-предметника, і саме вони мають стати орієнтирами в побудові змісту підготовки майбутніх вчителів.

Операційно-діяльнісний блок моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та впровадження навчальних мобільних застосунків охоплює сукупність форм, методів, прийомів, технологій і засобів організації навчального процесу, які забезпечують

поступове формування професійно значущих умінь у сфері цифрового педагогічного проєктування. Особлива увага приділяється опануванню студентами методики дослідницької діяльності, зокрема щодо оцінювання ефективності мобільних освітніх інструментів у навчанні природничих дисциплін.

Формування цього блоку відбувається поетапно, у межах ступеневої системи підготовки, і ґрунтується на системі параметрів, що охоплює:

- формулу дії (логіку виконання дослідницького або проєктного завдання);
- рівень узагальнення (від конкретних інструкцій до самостійного вибору рішень);
- рівень засвоєння (від репродукції до творчого застосування знань у нових умовах).

При розробленні операційно-діяльнісного блоку було враховано положення теорії поетапного формування розумових дій, яку обґрунтував І. Підласий [129]. У контексті підготовки до проєктування мобільних застосунків ця теорія дозволяє структурувати процес оволодіння дослідницько-практичними вміннями, що реалізуються у шести послідовних етапах:

1. Орієнтування у завданні – усвідомлення мети цифрового педагогічного проєкту;
2. Аналіз і моделювання діяльності – розробка алгоритму дій щодо створення або впровадження мобільного застосунку;
3. Вербалізація способів дії – опис логіки, функціоналу та педагогічної цінності обраного цифрового інструменту;
4. Матеріалізація (дії з опорою на зовнішні засоби) – створення прототипу мобільного продукту з використанням шаблонів, конструкторів або програмних засобів;
5. Інтеріоризація (дії в уявному плані) – самостійне планування майбутнього використання продукту в умовах реального освітнього процесу;

6. Автоматизація дій – практичне застосування створеного мобільного застосунку під час педагогічної практики з подальшим його вдосконаленням.

Зазначені етапи забезпечують не лише розвиток технічних і методичних навичок, а й формування дослідницької культури, що є необхідною умовою професійної реалізації майбутнього вчителя в умовах цифрової трансформації освіти.

З урахуванням предметного спрямування дослідження, етапи формування готовності майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування й використання мобільних навчальних застосунків можуть бути конкретизовані як послідовна система дій у межах діяльнісного підходу.

На першому етапі ключовим завданням є формування в студентів розуміння мети, завдань і значущості цифрової трансформації освіти, а також розвиток первинної мотивації до опанування дослідницьких і проєктувальних умінь у сфері мобільного навчання. Викладач стимулює інтерес до інновацій, залучаючи приклади успішного використання мобільних застосунків у навчальному процесі.

Другий етап передбачає ознайомлення студентів із базовими знаннями щодо етапів і процедур цифрового педагогічного проєктування. У цей період важливо навчити студентів будувати загальну схему організації освітньо-дослідницької діяльності (ОДД), яка охоплює аналіз потреб цільової аудиторії, постановку дидактичної мети, вибір мобільного інструментарію, створення прототипу та оцінювання результату. На цьому етапі кожен крок моделюється з використанням наочних матеріалів, карт-завдань, пам'яток і шаблонів.

У подальших етапах формується поступовий перехід від зовнішньої підтримки до самостійного, внутрішньо організованого виконання дій. На етапі матеріалізованої дії студенти виконують завдання з аналізу потреб учнів, планують застосування мобільного застосунку для конкретної теми природничого циклу, адаптують цифровий контент до вікових і пізнавальних особливостей учнів. Важливу роль на цьому етапі відіграє педагогічна

практика, під час якої студенти апробують окремі фрагменти власних розробок під керівництвом викладача або методиста.

Етап інтеріоризації (внутрішнього мовлення) передбачає самостійне розв'язання дидактичних задач без зовнішньої підказки. Студенти аналізують навчальні результати школярів, вдосконалюють функціонал мобільних застосунків, добирають форми рефлексії та самоконтролю, що забезпечують підвищення якості засвоєння навчального матеріалу з природничих дисциплін.

Фінальний етап формування готовності передбачає комплексне впровадження створених мобільних застосунків у реальний освітній процес. Студенти повинні не лише реалізувати цифровий ресурс, а й оцінити його ефективність за педагогічними критеріями, адаптувати на основі отриманого зворотного зв'язку, а також аргументовано захистити його дидактичну доцільність. Цей етап синтезує досвід, здобутий на попередніх етапах, і демонструє готовність майбутнього вчителя до інноваційної діяльності.

Таким чином, запропонована модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання навчальних мобільних застосунків є цілісною, структурно впорядкованою, динамічною системою, що реалізується поетапно й відображає реальні потреби сучасної педагогічної освіти. Її теоретичне підґрунтя відповідає вимогам цифрової трансформації освіти, зокрема щодо формування цифрової компетентності вчителя, здатного працювати в умовах постійно змінюваного освітнього простору.

Розроблена система передбачає створення необхідних організаційно-педагогічних умов, інтеграцію інноваційних технологій, зокрема мобільного навчання, а також впровадження методів дослідницької діяльності у процес професійної підготовки [130]. Такий підхід дозволяє органічно вписати модель у сучасні освітні реалії закладів вищої педагогічної освіти, не порушуючи їх цілісності, а навпаки – розширюючи потенціал освітнього процесу.

З методологічної точки зору, створення цієї моделі дає змогу здійснити оптимізований пошук форм і змісту підготовки, орієнтованої на реальні професійні виклики. Вона дозволяє гнучко адаптувати підготовку майбутніх педагогів до специфіки цифрових інструментів навчання, що, у свою чергу, на завершальному етапі експериментального дослідження дає змогу зіставити емпірично зафіксований рівень сформованості професійної готовності з очікуваними результатами.

У сучасному педагогічному дискурсі існує низка моделей професійної підготовки вчителів, які базуються на різних теоретичних засадах. Запропонована нами модель належить до так званої проблемно-орієнтованої (прогресивної) концепції професійної підготовки [130]. Її головна ідея – розвиток у майбутніх учителів здатності до осмислення, аналізу та розв’язання актуальних освітніх проблем із застосуванням цифрових рішень, зокрема – мобільних навчальних застосунків. Модель не тільки відповідає сучасним вимогам до професії вчителя природничих дисциплін, а й формує дослідницьку і проєктну культуру як невід’ємну складову його професійної ідентичності.

Висновки до розділу 2

У другому розділі дисертаційного дослідження здійснено цілісне теоретико-методологічне обґрунтування моделі ступеневої підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі, що є інноваційною відповіддю на актуальні виклики цифровізації освіти.

На основі системного аналізу джерел визначено, що процес формування готовності майбутніх педагогів до роботи з мобільними застосунками потребує реалізації низки взаємопов’язаних підходів, які забезпечують не лише професійно-діяльнісний, а й аксіологічний та особистісний розвиток майбутнього фахівця. До таких підходів, які лягли в основу побудови моделі, належать: системний, що забезпечує узгодженість усіх компонентів моделі;

діяльнісний, який формує активну професійну позицію майбутнього вчителя; компетентнісний, що орієнтує підготовку на досягнення очікуваних результатів; дослідницький, який актуалізує науковий підхід до освітньої діяльності; професіографічний, що враховує вимоги до особистості сучасного вчителя-дослідника; технологічний, який формує навички роботи з цифровими освітніми інструментами; особистісно орієнтований, задачний та аксіологічний, що спрямовують освітній процес на розвиток у студентів самосвідомості, автономності, творчості й професійної гнучкості.

Визначено структурні компоненти моделі, що включають ціннісно-мотиваційний, когнітивний та операційно-діяльнісний блоки, кожен із яких спрямований на формування ключових складових професійної готовності до проєктування і використання мобільних застосунків. Додатково обґрунтовано результативний блок, який забезпечує вимір та оцінку динаміки сформованості зазначеної готовності.

Змістове наповнення моделі конкретизується через реалізацію принципів неперервності, наступності, професійної спрямованості, проблемності, єдності навчальної та наукової діяльності, професійної мобільності, урахування вікових та індивідуальних особливостей студентів. Реалізація цих принципів забезпечує логічну послідовність і цілісність педагогічного процесу впродовж усіх рівнів вищої освіти – від короткого циклу до магістратури.

Визначено та обґрунтовано педагогічні умови ефективного функціонування моделі, серед яких: стимулювання пізнавальної активності студентів засобами мобільних застосунків; створення цифрового освітнього середовища на основі віртуального кабінету природничих дисциплін; оптимальне поєднання традиційних і інноваційних форм і методів навчання; впровадження елементів індивідуалізації навчання з урахуванням цифрових освітніх технологій.

Сформульовано критерії оцінювання рівня готовності студентів до створення й використання навчальних мобільних застосунків (особистісно-

мотиваційний, когнітивно-дослідницький, діяльнісно-творчий), що дозволяє діагностувати рівень сформованості відповідних компетентностей на кожному ступені вищої освіти. Виділено три рівні готовності: репродуктивний, конструктивний, творчий – які відображають динаміку розвитку професійної майстерності майбутнього вчителя.

Здійснений у розділі аналіз надає підстави стверджувати, що розроблена модель має ознаки інноваційності, інтегративності, інтерактивності, адаптивності та практичної реалізованості в умовах сучасної цифрової трансформації освіти. Вона здатна забезпечити ефективну підготовку майбутніх учителів природничих дисциплін до реалізації нових освітніх форматів і технологій у школі відповідно до вимог Концепції Нової української школи.

Розділ 3.

РЕАЛІЗАЦІЯ МОДЕЛІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ПРИРОДНИЧИХ ДИСЦИПЛІН ДО ПРОЄКТУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ «ВІРТУАЛЬНОГО КАБІНЕТУ»

3.1. Організація освітнього процесу з використанням мобільного застосунку «Віртуальний кабінет»

Сучасні тенденції цифровізації суспільства засвідчують зростання ролі інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ) у всіх сферах життєдіяльності, зокрема – в освіті. В умовах організації освітнього процесу в умовах дії режиму «Військового стану», реалізації Концепції Нової української школи особливого значення набуває цифрова трансформація загальної середньої освіти, що вимагає нових підходів до професійної підготовки майбутніх вчителів. Найбільш виразно ці процеси виявляються у сфері природничої освіти, де ефективне формування наукового світогляду, пізнавальної активності та дослідницького мислення учнів неможливе без інтеграції сучасних цифрових інструментів.

У цьому контексті ключовою стає підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до цілеспрямованого використання та самостійного проєктування мобільних навчальних застосунків. Зокрема, викладання фізики як фундаментальної науки, що лежить в основі багатьох сучасних міждисциплінарних напрямів – від біофізики до астрономії, робототехніки та моделювання природних явищ, – потребує новітніх форм цифрової підтримки освітнього процесу.

Використання мобільних застосунків у навчанні не лише розширює можливості візуалізації складних понять, а й сприяє формуванню цифрової компетентності учнів, розвитку їхньої самостійності та творчого потенціалу. У підготовці вчителя-предметника це вимагає інтеграції ІКТ-компетентностей із методичною та проєктною готовністю до впровадження мобільного

навчального контенту в освітню практику. Таким чином, уже на початковому етапі студенти усвідомлюють цільову спрямованість проєктної діяльності та встановлюють особистісні освітні цілі відповідно до компетентнісних вимог вчителя сьогодення.

У межах мотиваційно-ознайомлювального етапу учасники експерименту знайомляться з концепцією «Віртуального кабінету» та його функціональними модулями через інтерактивні воркшопи і короткі демонстраційні сесії. Під час цих заходів студенти:

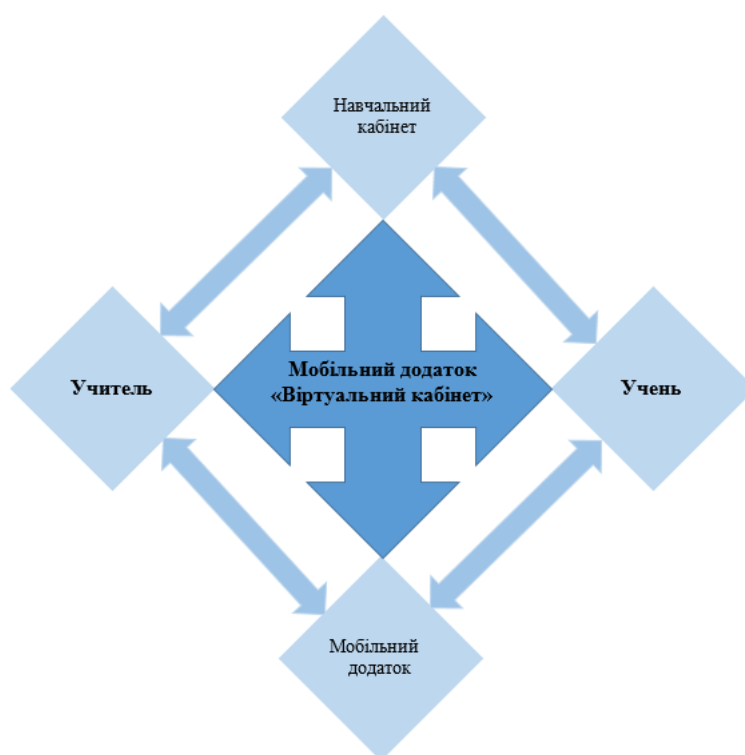
- опановують базові інструменти проєктування мобільних інтерфейсів, використовуючи попередньо розроблені шаблони віртуального кабінету;
- формують власні навчальні сценарії для природничих дисциплін, закріплюючи їх у вигляді прототипів у середовищі мобільного застосунку;
- обговорюють педагогічні вимоги до структури та навігації, що закладені в модулях «Теоретичний блок», «Квест-завдання» та «Відеолекції».

Така імітаційна практика сприяє формуванню рефлексійного ставлення до процесу проєктування та використання мобільних застосунків в освітньому процесі, а також створення цифрового навчального контенту і формуванню мотиваційно-емоційної готовності до подальшої педагогічної діяльності.

В умовах стрімкої глобалізації, яка поклала початок формуванню єдиного цифрового освітнього простору, вивчення природничих дисциплін втрачає ефективність за умови обмеження лише традиційними підходами до навчання. Сучасний учитель має подолати цю межу й організувати для учнів доступ до знань із врахуванням новітніх цифрових реалій. Для цього необхідне створення інноваційного освітнього середовища, здатного поєднати переваги традиційного кабінетного навчання з ресурсами цифрової епохи. Для забезпечення роботи такого середовища необхідно поєднати цифрові інструменти, засоби візуалізації, інтерактивні технології й можливості віртуального моделювання. Ми пропонуємо поєднати ці компоненти у

мобільному застосунку «Віртуальний кабінет» як складову цифрового освітнього середовища.

Ефективне використання ВК вимагає від педагога високого рівня інформаційно-комунікаційної компетентності, а також володіння психолого-педагогічними знаннями та методичними навичками. Тільки за наявності цих складників учитель здатен самостійно створювати авторські цифрові навчальні матеріали, які не лише відображають його професійне бачення, а й формують основу для подальшого удосконалення педагогічної майстерності. Розробка власних освітніх електронних ресурсів, адаптація вже створених матеріалів, а також вміння конструювати навчальне середовище відповідно до потреб і рівня підготовки учнівського колективу – усе це перетворює вчителя на активного суб'єкта цифрової трансформації освіти [131; 132]. Дослідження наукової літератури свідчить про те, що існують різні моделі використання засобів ІКТ, які набули поширення у закладах загальної середньої освіти [133]. Ми пропонуємо модель інтеграції мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітній процес [131] (рис. 3.1).



**Рис. 3.1. Модель інтеграції мобільного застосунку
«Віртуальний кабінет» в освітній процес**

У межах реалізації запропонованої моделі підготовки майбутніх вчителів природничих наук до проєктування та використання мобільних застосунків для організації освітнього процесу важливою умовою є забезпечення учасників навчання персональним цифровим пристроєм із доступом до мережі Інтернет. На сьогоднішній день таку функцію виконують мобільні телефони, що створює технічні передумови для повноцінного впровадження мобільного застосунку в освітній процес.

Модель передбачає гнучку побудову освітньої взаємодії за двома основними схемами: «учень – навчальний кабінет» або «учень – віртуальний кабінет», а також можливість їх інтеграції. Усі варіанти передбачають активну участь учителя, який виконує роль координатора, наставника та модератора такого навчального середовища.

Технологічна концепція «Віртуального кабінету» забезпечує цілісне, логічно послідовне й безперервне опанування навчального матеріалу. По-перше, вчитель має змогу, перебуваючи в межах закладу освіти, здійснювати поурочне навчання відповідно до календарного плану, використовуючи цифрові інструменти. По-друге, учень отримує доступ до якісного, методично структурованого контенту, що дозволяє йому навчатися у зручному темпі, повторювати матеріал або поглиблювати знання самостійно.

Однією з вагомих переваг цієї моделі є можливість її реалізації як у межах замкненого освітнього простору закладу загальної середньої освіти, так і в умовах відкритого цифрового середовища. Такий підхід дозволяє синтезувати переваги традиційного класно-урочного навчання з можливостями гнучкої та доступної мобільної освіти.

Водночас важливо враховувати й потенційні виклики: серед основних обмежень слід відзначити ризики, пов'язані з апаратними, програмними та мережевими перебоями у роботі, які можуть тимчасово ускладнювати доступ до навчального контенту або порушувати безперервність взаємодії. Ці виклики мають враховуватись у процесі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до впровадження мобільних застосунків в освітню

практику, зокрема через розвиток їхньої ІКТ-компетентності та навичок оперативного вирішення технічних питань.

Основне завдання вчителя в умовах використання віртуального кабінету полягає в організації, супроводі та регулюванні освітнього процесу як у класі, так і в онлайн-форматі. До обов'язків входить створення, адаптація та оновлення навчального контенту: мультимедійних моделей, дидактичних матеріалів, інтерактивних завдань, тестів і текстів. Педагог виступає не лише організатором, а й модератором взаємодії з учнями в цифровому середовищі.

Визначимо основні формати взаємодії вчителя з учнями за допомогою мобільного застосунку типу «Віртуальний кабінет»:

Індивідуальна взаємодія. Завдяки функціоналу мобільного застосунку педагог отримує можливість персоналізувати навчання. Учитель може працювати з одним учнем: організовувати індивідуальні бесіди, проводити усне чи письмове опитування, перевіряти виконання завдань, аналізувати відповіді та надавати зворотний зв'язок.

Групова (класна) взаємодія. Цей формат моделює традиційну роботу з класом, але в умовах цифрового середовища. Учні та педагог підключаються до одного середовища через особисті кабінети, де кожен має доступ до інтерактивного контенту. Учитель може передавати право активної участі окремим учням, координувати дії всіх учасників, проводити тестування та збирати відповіді. Особливість цієї моделі полягає в чіткій організації освітньої діяльності та координації учнівських дій.

Інтегрована взаємодія під час бінарних уроків. Ця форма передбачає одночасну участь двох (або більше) вчителів різних предметів. Такий підхід сприяє реалізації міжпредметних зв'язків і дозволяє учням працювати над завданнями, що охоплюють знання з кількох дисциплін. Педагоги заздалегідь розробляють узгоджену структуру заняття, наповнюють мобільний застосунок змістом із суміжних предметів (наприклад, фізики та хімії), а учні мають можливість працювати паралельно у цифровому середовищі.

Таким чином, мобільні застосунки типу «Віртуальний кабінет» забезпечують ефективну організацію індивідуального та групового навчання, інтегруючи цифрові технології у традиційну педагогічну практику та гармонійне поєднання віртуального й реального компонентів освітнього процесу [134; 135].

Мобільний навчальний застосунок відкриває для вчителів нові можливості в розширенні меж класно-урочної системи навчання, зокрема у роботі з учнями, які потребують індивідуального підходу: як з обдарованими, так і з тими, хто з різних причин не може відвідувати заняття offline. Цифрове середовище забезпечує умови для проведення консультацій, передзахистів наукових робіт (наприклад, у межах діяльності Київської МАН), засідань гуртків, круглих столів, інтерактивних майстерень та інших форм позакласної освітньої взаємодії.

Беручи до уваги потенціал сучасних інтернет-сервісів, хмарних технологій і цифрових платформ, нами розроблено структурно-функціональну модель віртуального навчального середовища, яка ефективно працює за умови системного та цілеспрямованого впровадження в освітню практику.

Ключову роль у функціонуванні віртуального кабінету фізики відіграють додаткові електронні освітні засоби – цифрові ресурси різних типів: інтерактивні тести, електронні підручники, відео- та аудіоконтент, 3D-моделі, віртуальні експерименти та лабораторії. Їх призначення полягає не лише в актуалізації та закріпленні знань, а й у розвитку практичних навичок і формуванні дослідницької культури учнів. Важливою умовою результативного використання таких ресурсів є інтеграція цифрового простору у навчальний процес, що забезпечує динамічну взаємодію між учнем і вчителем, прискорює обмін інформацією та сприяє індивідуалізації навчання.

Нами запропоновано алгоритм реалізації навчання з використанням мобільного застосунку типу «Віртуальний кабінет»:

1. педагог створює навчальні матеріали – інфографіку, візуалізації, гіперпосилання на наукові портали та веб-сайти, інтерактивні моделі – і завантажує їх до застосунку;

2. визначає структуру заняття: тривалість, тему, рівень складності, а також форму взаємодії (аудіо-, відеозв'язок, інтерактивна панель);

3. проводить уроки у форматі онлайн або offline, інтегруючи елементи дистанційного навчання;

4. здійснює оцінювання через завдання, інтегровані у застосунок, а також через усні відповіді та цифрову аналітику результатів.

Серед основних переваг впровадження віртуального кабінету можна виділити:

- доступність дистанційного навчання у будь-якому форматі;
- можливість залучення зовнішніх ресурсів і платформ;
- індивідуалізація освітньої траєкторії;
- підтримка навчання в малих групах;
- участь педагогів з інших освітніх установ у проведенні уроків;
- формування стійкої мотивації та зосередженості учнів;
- візуальний контакт і співпраця між учнями та вчителем;
- ефективний контроль результатів у реальному часі;
- перегляд мультимедійного контенту та інтерактивних відеоуроків;
- формування цифрової компетентності;
- підтримка самоосвітньої діяльності учнів;
- використання ресурсів смартфонів замість комп'ютерів;
- обмін інформацією між учнями та батьками;
- можливість виконання завдань вдома, їх перевірка та самоаналіз результатів.

Таким чином, модель «Віртуального кабінету» як мобільного застосунку відповідає сучасним освітнім викликам, сприяє реалізації концепції інклюзивного, персоналізованого і технологічно обґрунтованого навчання та

має високий потенціал масштабування в системі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін.

Описаний алгоритм реалізації навчання за допомогою мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» демонструє його універсальність та багатофункціональність. Водночас ефективність будь-якого цифрового рішення остаточно перевіряється в реальному класі, де вчитель щодня стикається із конкретними потребами та викликами. Саме тому наступною логічною частиною нашої роботи є аналіз практичного досвіду роботи вчителем фізики: виявлення ключових проблем – від залучення учнів, захоплених гаджетами, до контролю їхніх знань і підтримки стійкого інтересу – та обґрунтування необхідності відходу від традиційних шаблонів навчання, що базуються лише на заучуванні законів і формул.

Тому в процесі вивчення навчальних предметів природничої галузі виникає питання, як відійти від стандартних шаблонів та зацікавити учня вивчати предмет, причому процес навчання не обумовлює собою просте заучування законів, гіпотез та формул. Навчальний процес має показувати практичне застосування отриманих знань на практиці. Загально відомим є факт, що на допомогу нам прийдуть ІКТ у формі: презентацій, відеофільмів, статей та картинок. Ми чітко розуміємо що комп'ютер природньо вписується в навчальний процес фізики в межах глобалізації та цифровізації освіти та суспільства.

Виходячи з вище сказаного ми чітко розуміємо, що вчитель повинен бути наставником, який задає учням напрямок в якому вони повинні рухатись. Для цього потрібно урізноманітнити навчальний процес фізики настільки щоб було гармонійне поєднання набутих знань впродовж століть, застосування їх в умова сучасного технологічного розвитку та на практиці. Працюючи в школі з врахуванням сучасних тенденцій розвитку нами було прийнято розробити та вперше запровадити в освітній процес фізики навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики», яке поєднує в собі звичайні уроки

та технічні засоби, за допомогою яких значно можна підвищити рівень навчання [136; 137].

З урахуванням сучасних освітніх запитів учнів і загальних тенденцій цифрової трансформації суспільства, впровадження навчального мобільного застосунку відкриває низку перспектив як для організації освітнього процесу, так і для досягнення методичних цілей. Застосування мобільного застосунку не лише відповідає запитам покоління цифрових учнів, а й забезпечує реалізацію сучасних підходів до викладання природничих дисциплін, зокрема фізики. Виділимо основні переваги:

- зменшення часу на організаційні етапи уроку;
- вчителі можуть швидше готуватися до занять;
- можливість оцінювання учнів на будь-якому етапі уроку а також і в неурочний час;
- обмін інформацією в середовищі, публікуючи свої доповіді та реферати для обговорення;
- застосунок дає можливість не витратити час узагальнення та систематизацію знань під час уроку;
- вільний у просторі та часі доступ до навчальних матеріалів;
- можливість демонстрації дослідів та експериментів, які не можливо повторити в умовах навчальних кабінетів;
- можливість здійснювати контроль за успіхами учасників освітнього процесу не лише вчителів, а й батьків.

Навчальний мобільний застосунок дає можливість вчителям під час організації освітнього процесу персоналізувати його виходячи з потреб учня як особистості, а з іншого боку дає можливість батькам контролю процесу навчання своїх дітей.

Використання мобільного застосунку під час освітнього процесу надає учням широкі можливості для самостійного навчання, удосконалення знань і цілеспрямованої підготовки до уроків. Завдяки доступу до індивідуалізованого цифрового освітнього контенту учасник освітнього

процесу може самостійно вивчати теми, повторювати пройдений матеріал або перевіряти рівень засвоєння знань за допомогою вбудованих тестів і практичних завдань.

Що ж собою являє мобільний застосунок і як з ним працювати? У застосунку навчальний матеріал поділений на класи (рис. 3.2.). При виборі класу учневі відкривається доступ межах середовища:

- електронні плани-конспекти уроків, які виступають орієнтиром у навчанні;
- добірка рекомендованих підручників і тематичних матеріалів;
- модулі для самоперевірки у вигляді вправ і тестів, які охоплюють увесь курс фізики;
- дистанційна підтримка у разі пропуску занять, що мінімізує навчальні прогалини в умовах індивідуального графіку або форс-мажорних обставин.



Рис. 3.2. Початкова сторінка ВК

Батьки, у свою чергу, мають змогу стежити за виконанням завдань своїх дітей, аналізувати прогрес і вчасно реагувати на труднощі в опануванні матеріалу.

Вчитель завдяки цифровим інструментам може швидко відстежувати активність учнів: хто, коли і в якому обсязі виконав домашнє завдання, які результати тестування отримано. Це значно зменшує навантаження на перевірку робіт, дає змогу вивільнити час на уроці для практичної або дослідницької діяльності.

Особливо важливим є й соціально-поведінковий аспект використання віртуального кабінету: цифрове середовище частково компенсує захоплення учнів смартфонами в нефаховій діяльності. Через залучення мобільних пристроїв до навчання, наприклад – для виконання онлайн-тестування під час уроку, формується новий функціональний підхід до цифрових звичок, що дисциплінує учнів і підвищує мотивацію до навчання.

Таким чином, мобільний застосунок виконує функцію не лише освітньої платформи, а й інструменту педагогічної взаємодії, що об'єднує учня, вчителя та батьків у єдиному освітньому просторі.

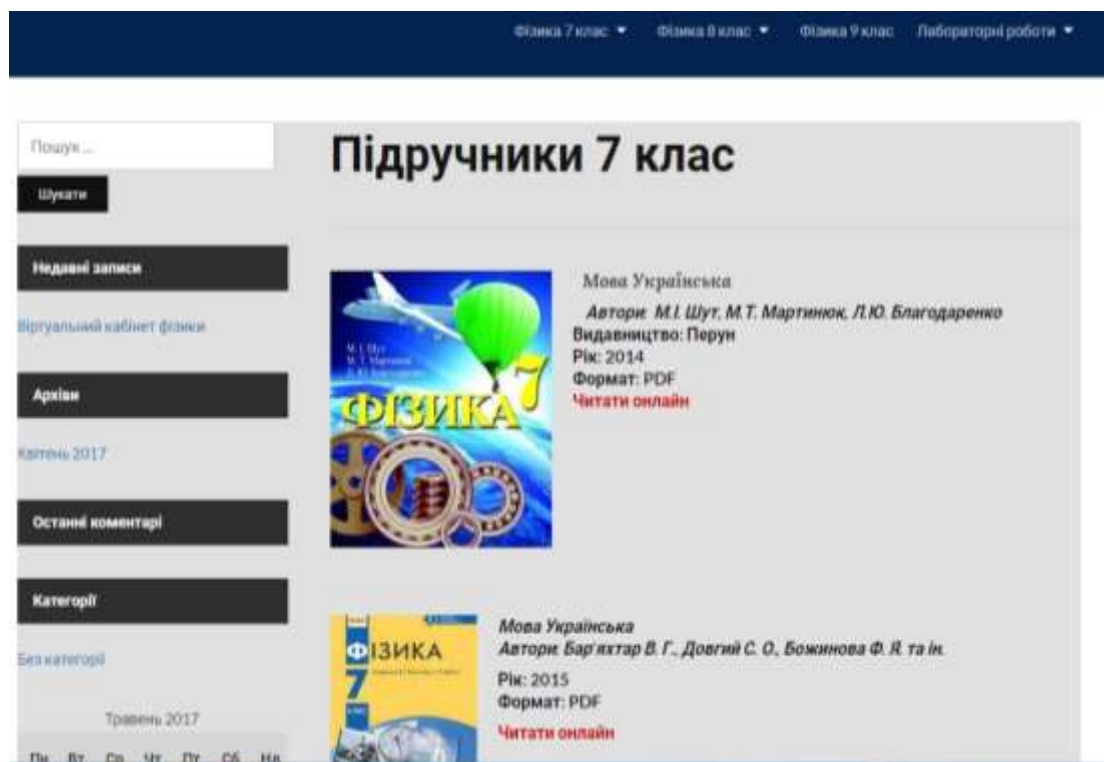


Рис. 3.3. Розділ «Підручники»

У розділі «Підручники» (рис. 3.3.), для учнів представлено підручники, які запропоновані МОН а також обрані вчителем фізики.

Розділ «Конспекти уроків» (рис 3.4.), являє собою своєрідний конспект-зошит для учня, який виконує завдання, та план-конспект-уроку для вчителя. В даному розділі представлено зміст навчального матеріалу, який відповідає календарно-тематичному плану, згідно якого вчитель і клас працюють в школі на уроках. Кожна тема представлена окремо. Для того щоб з нею працювати, достатньо знайти її у списку, далі робота ділиться на три етапи: 1- читання план-конспекту уроку розробленого вчителем фізики; 2 – перегляд презентації до даного уроку; 3 – етап включає в себе виконання вправи з даної тематики, яку вчитель розробляє в навчально-методичному середовищі інформаційного порталу *LearningApps*. Виконання третього етапу є своєрідним контролем рівня засвоєння знань учня із заданої теми. Такий підхід, як показала практика зацікавлює дитину, більше ніж просто прочитати конспект, тому що їй цікаво пройти вправу і продемонструвати свої вміння.

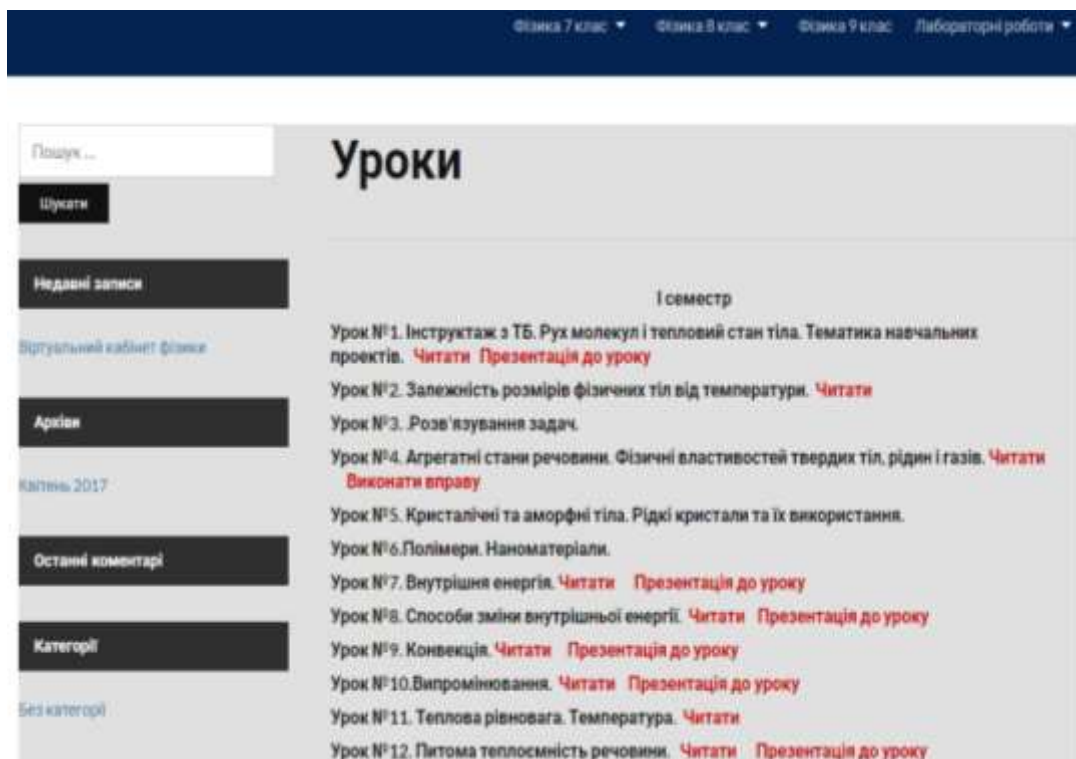


Рис. 3.4. Розділ «Уроки»

Третій розділ «Тест-контроль» (рис. 3.5.) - це добірка різного роду завдань у вигляді тестів подібно до ЗНО. Даний розділ виконую функцію контролю рівня знань учнів у навчальному процесі вивчення фізики в школі.

До кожної теми згідно календарно-тематичного плану, що представлено у другому розділі, розроблено тест. Тест включає в себе шість завдань по «2 бали» за завдання – разом «12 балів». Тут учень прочитавши конспект уроку, переглянувши презентацію та виконавши тренувальну вправу проходить тест, за який отримує оцінку та бачить свій результат роботи. Результати роботи діти бачать одразу після завершення тесту у вікні браузера, що має важливе значення, адже батьки які спостерігали за виконанням завдання теж бачать результат.

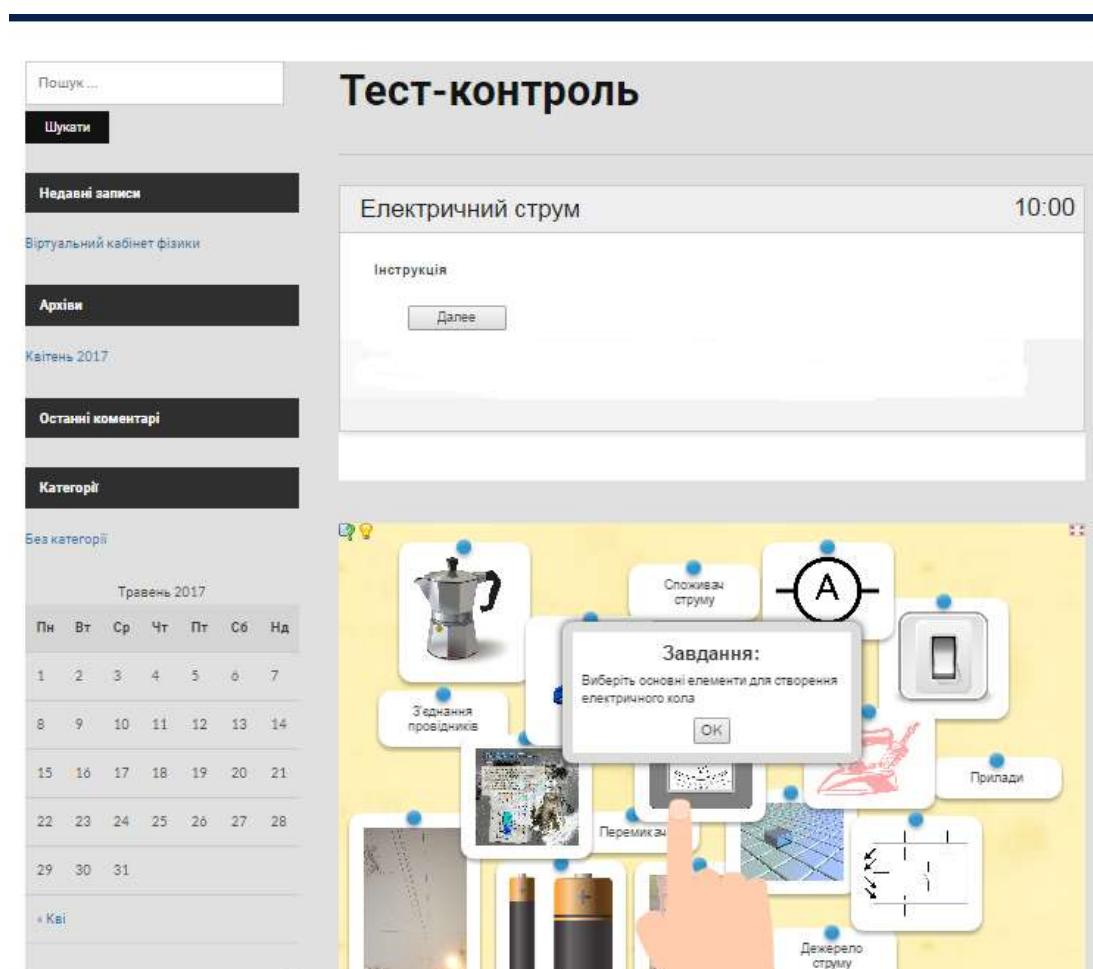


Рис. 3.5. Розділ «Тест-контроль»

Працювати з ВК учні можуть не лише дома, але і в школі. Для реалізації цього способу діяльності на уроці фізики є два способи: перший – за допомогою смартфонів учнів; другий – у кабінеті інформатики.

Перший спосіб реалізується наступним чином: за допомогою інтерактивної дошки демонструються завдання які потрібно виконувати, а

учні їх виконують на своїх мобільних телефонах. Даний спосіб має свої недоліки. Перший недолік: багато учнів для того щоб не працювати «ховають» свої телефони, або не беруть їх на урок – з іншого боку, це зменшує користування ними у навчальному процесі. Другий недолік – важко контролювати процес виконання.

Другий спосіб – виконання завдань у кабінеті інформатики, що є досить зручним. Учні сідають за робочі місця й отримують індивідуальні завдання: 3 учні, котрі сидять поряд: 1 – читає конспект, 2 – виконує тест, 3 – вправу для тренування. Таким чином у кожного своє завдання, і в них немає часу запитувати один в одного, оскільки це їх час.

Застосування мобільного датку у навчанні дає змогу не лише урізноманітнити освітній процес, а й об'єктивно оцінити зміни у динаміці навчальної діяльності учнів. Аналіз педагогічних спостережень та освітніх результатів засвідчує низку позитивних тенденцій, що виникли внаслідок інтеграції цифрового середовища у викладання природничих дисциплін.

По-перше, зафіксовано зростання рівня навчальних досягнень: учні почали краще засвоювати навчальний матеріал, результативніше проходити тестові перевірки та демонструвати глибше розуміння природніх явищ та процесів. Особливо це стосується тих школярів, які раніше ігнорували виконання домашніх завдань – у цифровому форматі вони почали проявляти ініціативу та інтерес.

По-друге, спостерігається підвищення загальної мотивації до вивчення фізики, біології тощо. Учні частіше звертаються до додаткових матеріалів, демонструють регулярність у виконанні завдань і активніше беруть участь у практичних заняттях та обговореннях.

По-третє, відзначено посилення освітнього партнерства з боку батьків: вони частіше контролюють освітній процес своїх дітей, аналізують прогрес у цифровому середовищі та взаємодіють з учителями у межах освітнього процесу.

Таким чином, використання навчального мобільного застосунку можна розглядати як ефективний інструмент подолання ряду актуальних проблем шкільної освіти, зокрема – низького рівня мотивації до вивчення природничих дисциплін, відсутності системності у виконанні завдань та недостатнього батьківського контролю. Застосунок не лише покращує якість засвоєння знань, а й формує відповідальне ставлення учнів до навчання, сприяючи створенню цілісного освітнього середовища.

Основними елементами освітнього процесу є викладання навчального матеріалу учням і засвоєння ними цієї інформації. Для забезпечення ефективних умов засвоєння навчального матеріалу необхідні допоміжні елементи процесу - різні за призначенням види контролю рівня знань.

Основний вид контролю знань - контроль з метою забезпечення зворотного зв'язку між вчителем і учнем. Він може бути поопераційний для контролювання навчального процесу та підведення підсумків навчального процесу, що визначає ступінь засвоєння учнем отриманої навчальної інформації. Такий контроль є засобом у навчальному процесі, що дозволяє виявити та усунути прогалини із знань у процесі навчання фізики.

З якою б із зазначених цілей не проводився контроль рівня знань, він є допоміжним елементом освітнього процесу, а витрачання великого проміжку часу на проведення контролю не продуктивні. Тому будь-які види контролю знань не повинні забирати значного часу від навчального процесу.

Традиційні форми контролю: бесіда вчителя з учнем, проведення різних видів контрольних письмових робіт. Все це вимагає значних витрат часу. Автоматизація процесу контролю знань з метою скорочення витрат часу на цю форму навчальної роботи - головна і досить переконлива причина активного переходу до комп'ютерного контролю рівня знань учнів у всіх його видах. Досвід показав, що для автоматизації процесу контролю рівня знань зручно використовувати online-сервіси. У мобільному застосунку «Віртуальний кабінет» в розділі тест-контроль використовується саме такий online-сервіс,

який дозволяє проводити контроль рівня знань як за допомогою комп'ютера та різноманітних гаджетів з доступом до мережі Internet.

Контроль знань з застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій - це не передача процесу контролю рівня знань комп'ютеру. ІКТ в процесі контролю знань - лише технічний засіб, що надає допомогу вчителю та учням в процесі навчання природничих наук. Підходячи до процесу контролю рівня знань з застосуванням МЗ ВК, потрібно розуміти, що в основі організації і успішного проведення комп'ютерного контролю лежить знання методики такого виду контролю. У зв'язку з цим звернемо увагу на основні методичні закономірності застосування контролю рівня знань за допомогою мобільного застосунок.

Мобільний застосунок для контролю рівня знань з природничих дисциплін, яке працює за системою вибіркового введення, має внутрішню логіку подачі інформації. Залежно від реакції учня ця логіка визначає і формування кінцевих результатів контролю. Нічого спільного комп'ютерна логіка з логічним мисленням не має, тому нічого іншого, крім формальної оцінки учня на поставлене запитання, очікувати не можна. Отже, застосовуючи для контролю знань мобільний застосунок зазначеного типу треба розуміти, що з його допомогою можна контролювати тільки формальні знання досліджуваного та вивченого матеріалу. Але і це повністю вдасться лише в тих випадках, коли контрольний-інформаційний матеріал, введений в мобільний застосунок (питання-завдання, супроводжувані відповідями для вибору), складений за певними методичними принципами, про що буде сказано далі.

У кожній навчальній дисципліні є частина навчальної інформації, яку учень повинен запам'ятати та знати напам'ять. Наприклад, з фізики – це формули, одиниці вимірювання фізичних величин, графіки у вигляді деяких узагальнених закономірностей. Запам'ятовування такого матеріалу можна контролювати за допомогою мобільного додатку без будь-яких спеціальних методичних прийомів, у всієї групи учнів одночасно. Такий контроль рівня

знань називається паралельним контролем. Ця форма контролю рівня знань має сенс як допоміжна перед контролем в більш досконалих логічних формах, наприклад, як форма допуску до відповідального виду контролю: заліку, контрольної. Таку форму контролю потрібно використовувати при поточному контролі знань і в цілях самоконтролю знань учнів, наприклад – фізичний диктант, для тренування в умовах подачі нового навчального матеріалу.

Протилежністю паралельного контролю рівня знань в традиційних формах: вчитель по чергово контролює знання учнів всього класу.

При застосуванні мобільного застосунку для контролю рівня знань на більш високому рівні рекомендований так званий комбінований контроль рівня знань, під яким слід розуміти контроль знань всього класу завдяки бесіді вчителя з кожним учнем. Комбінований контроль знань проводиться в два етапи: знання всіх учнів класі контролюється у мобільному застосунку, після чого вчитель індивідуально розмовляє з кожним з учнів, які пройшли контроль у ВК на комп'ютері або своєму мобільному пристрої. Переваги такого контролю рівня знань перед традиційним обумовлюються наступними обставинами: вчитель може проводити бесіду з учнями; крім того, обсяг додаткової бесіди вчителя з учнем, в порівнянні з традиційним контролем значно зменшується. В результаті, за даними дослідженнями, при комбінованому контролі витрачається часу в 3-4 рази менше.

Слід звернути увагу, що співвідношення елементів контролю МЗ і вчителя в комбінованому контролі рівня знань можуть бути за обсягом різними в залежності від форми і цілей контролю. Так, при проведенні контрольної роботи вчительська складова контролю збільшується, при поточному - зменшується, тим самим і виграш в часі коливається.

При всьому різноманітті контролюючих систем виділяють три групи контролю рівня знань з вибіркоким введенням: МЗ з простим вибіркоким введенням, з потрійним введенням і з розширеними можливостями троїчного введення - введенням в якості вірного не одного, а двох і більше відповідей на одне питання.

Система простого вибіркового введення зводиться до того, що МЗ висуває для учня питання, яке супроводжується кількома відповідями (зазвичай від трьох до п'яти), серед яких одна відповідає на поставлене запитання. Робота учня при контролі рівня знань в МЗ ВК зводиться до вибору відповіді на поставлене запитання і натискання на відповідну кнопку. Після відповіді учень отримує наступний елемент контролю – нове питання. В результаті відповідей на серію запитань в МЗ учень бачить оцінку, яка є оцінкою знань з даної теми, а вчитель бачить результат в особистому кабінеті.

Простота постановки питань, зручність підготовки завдань (питання - відповіді) забезпечують мобільному застосунку широку популярність для комп'ютерного тестування. Контроль знань методом простого вибіркового введення має низькою довірливістю результатів, конфіденційність вихідних результатів цих систем не перевищує 47%. Це означає, що при їх використанні з метою контролю отримати оцінку «3», тобто перейти кордон задовільної оцінки шляхом простого вгадування правильних відповідей при мінімальних знаннях навчального матеріалу, можуть до 53% учнів. Підвищення довіри результатів контролю рівня знань може бути здійснено створенням і застосуванням в навчальному процесі питань з потрібним введенням.

Залежно від цілей і виду контролю методика застосування МЗ істотно відрізняється, але в будь-якому випадку контролю знань з застосуванням МЗ потрібно правильно оцінювати їх інформативні можливості - НЕ переоцінюючи і не допускаючи їх недооцінки. Тільки за цієї умови може бути максимально зекономлено час контролю, а отримані результати будуть правильно відображати рівень знань учнів.

Друге загальне положення, на яке необхідно звернути увагу перед застосуванням МЗ, полягає в наступному. Існують два принципово різних підходи до процесу контролю знань: статистичний і інформаційний.

При статистичному підході до процесу контролю знань учнів за певним масивом інформації ведеться на підставі кількох елементів інформації, випадково вибраних з масиву. Наприклад, якщо тема програми

складається зі ста запитань, то при статистичному підході до процесу контролю досить проконтролювати знання учня за трьома випадково обраними питаннями, щоб з'ясувати рівень його знань з усього матеріалу даної теми. Це досить широко поширений прийом.

При інформаційному підході це завдання вирішується принципово по-іншому. На першому етапі контроль знань проводиться за допомогою ВК. У комплект завдань, введених у мобільний застосунок, потрапляють питання, які рівномірно відображають весь вивчений матеріал (десять питань). Таким чином, вже на першому етапі контролю вчитель отримує більше інформації, ніж при статистичному підході. Після контролю знань у мобільному застосунку, відповідно до методики комбінованого контролю, про яку вже згадувалось раніше, вчитель проводить додаткову бесіду з учнем, під час якої піднімаються не тільки ті питання, на які дані вірні відповіді (для перевірки логіки мислення учнів при виборі відповідей), а й питання, що потрапили в область незнання учня. Таким чином, викладач отримує достатньо повну інформацію (а не випадкову) по всьому навчального матеріалу, за яким проводиться контроль.

Не дивлячись на те, що статистичний метод контролю отримав значно більш широке поширення, ніж інформаційний, все ж таки інформаційний метод краще, принаймні, при роботі в мобільному застосунку ВК.

Із вище викладеного випливає, що мобільний застосунок для контролю знань, як правило, повинне використовуватися в системі комбінованого контролю, а питання повинні рівномірно відображати навчальний матеріал, з якого проводиться контроль рівня знань. Розглянемо особливості окремих видів і форм контролю.

При рубіжному контролі знань (фізичний диктант) зазвичай не ставиться завдання перевірити глибину засвоєння матеріалу, що вивчається. Мета такого контролю, головним чином, зводиться до активізації самостійної роботи учнів, систематизації цієї роботи, а також для отримання інформації, що характеризує стан і хід навчального процесу. Рубіжний контроль має на меті

також показати учням прогалини в їхніх знаннях, але не по глибині засвоєння матеріалу, а по його складу (переліку досліджуваних питань). Додаткова бесіда вчителя з учнем, після проведення контролю знань за допомогою ВК, може бути зведена у цьому випадку до мінімуму, а в окремих випадках і повністю виключеною. Таким чином, бесіда проводиться лише для уточнення інформації, отриманої за допомогою МЗ, і методичної допомоги вчителю в заповненні нестачі інформації.

Постійний контроль знань проводиться одночасно для всього класу (25-30 чоловік) і займає не більше 5 хв (зазвичай до 7 хв). При таких умовах поточний контроль можна проводити досить часто 1-2 рази в тиждень за рахунок часу, відведеного на практичні або лабораторні заняття, майже без шкоди для останніх у часі.

Застосування МЗ для контролю знань на практичних заняттях має інші завдання. Після вивчення певного способу розв'язання задач і тренувань у вирішенні низки таких завдань можна провести за допомогою МЗ контроль результатів практичних занять. Автоматичний контроль завдань супроводжується відповідями для вибору, або потрібним числовим результатом, який безпосередньо або після вказаного в завданні перетворення вводиться у МЗ. Контроль знань такого типу має в більшій мірі навчальну мету, ніж пряму мету отримання результатів контролю. При такому контролі вирішальною є не оцінка, виставлена комп'ютером або вчителем при комбінованому контролі, а кількість розв'язаних учнем завдань, як сигнал для викладача про ефективність проведеного практичного заняття або кількох занять. Оцінка, отримана учнем в результаті такого контролю, може бути врахована при підведенні підсумків поточної успішності, але головне при цьому контролі - перевірка застосування теоретичних знань під час розв'язування задач та вправ. Цьому і повинна бути приділена увага при бесіді. Вчитель, провівши контроль за допомогою МЗ вміння розв'язувати задачі, у бесіді з учнем уточнює глибину знань при вирішенні завдань, причини невдач в тих випадках, коли завдання не вирішені. В результаті такого контролю рівня

знань вчитель робить висновки про характерні помилки, про труднощі при вирішенні завдань і вживає заходів (групового або індивідуального характеру) щодо усунення допущених помилок.

Слід застерегти вчителів від прагнення ділити завдання, вирішення яких складається з декількох елементів, на різні частини. Треба враховувати, що між окремими завданнями у МЗ розглянутих типів немає логічного зв'язку, а отже, і питання-завдання не будуть логічно пов'язані. Розділення одного завдання на два або більше може бути допущено лише в тих випадках, коли кожен елемент завдання можна виділити в окрему задачу.

Методика використання мобільного застосунку в лабораторному практикумі має свої особливості. Загально прийнято допускати учнів до виконання лабораторних робіт за умови засвоєння ними теоретичних основ роботи, методів дослідження, ознайомлення зі схемами і таке інше. Зазвичай, на контроль засвоєння цього матеріалу вчитель виділяє багато часу лабораторного заняття. Контроль рівня знань за допомогою комп'ютера при допуску до лабораторних робіт значно зменшить час цього процесу, залишаючи для безпосереднього виконання лабораторної роботи значно більше часу. Питання для лабораторних робіт можуть містити питання теорії, практичний аспект котрої перевіряються в даному експерименті, і можуть бути доповнені питаннями, що стосуються безпосередньо змісту даної лабораторної роботи. У випадку, якщо серія контрольних питань не містить спеціальних питань, що відносяться до даної лабораторної роботи, вчитель у додатковій бесіді може задати учневі ці питання. Якщо при контролі рівня знань за допомогою комп'ютера були використані питання, які стосуються даної лабораторної роботи, то бесіда вчителя з учнем повинна нести характер виявлення глибини розуміння методу та суті виконаної роботи.

Може бути й інший варіант контролю рівня знань при проведенні лабораторних робіт: контроль допуску реалізується тільки за допомогою МЗ, без участі вчителя, а під час проведення підсумків виконання лабораторної роботи, вчитель ставить запитання, що стосуються суті даної роботи.

Контрольна робота має принципову відмінність від інших видів контролю: на контрольній роботі знання учнів повинні бути перевірені в усьому діапазоні навчального матеріалу робочої програми даної теми з великою глибиною. Для цього питання, які закладаються у МЗ, підбираються так, щоб їх зміст стосувався всього контрольованого матеріалу. Додаткова бесіда вчителя з учнями повинна носити характер глибокого аналізу логіки мислення учнів при роботі МЗ. Вона повинна бути побудована так, щоб визначити не тільки глибину знань навчального матеріалу, за яким учень дав вірні відповіді, але і область, і ступінь незнання іншого матеріалу. Тому додаткову бесіду проводять як з питань, на які учень дав вірні відповіді (за принципом: «Як ви міркували при виборі даної відповіді?»), так і з тих, де учень допустив помилки (намагаючись видозмінити питання, задати питання, близький до того, на що він дав неправильну відповідь).

Істотний вигаш у часі при проведенні контрольної роботи із застосуванням МЗ за даною методикою буде лише в тому випадку, коли додаткова бесіда носить вибірковий характер, коли вона проводиться з даними учнем за двома-трьома питаннями з тих, за якими контролювалися знання із застосуванням комп'ютера.

Проведення тематичного оцінювання можна не виділяти як особливий вид контролю знань – тематичну оцінку можна виставляти на основі результатів виконання учнями лабораторних робіт і оволодіння ними тим матеріалом, який вивчався на практичних заняттях. В цьому випадку в питаннях у мобільному застосунку підбирається матеріал, що відноситься до теорії лабораторних робіт, і типові задачі рекомендовані навчальною програмою. Контроль проводиться комбінованим методом. Мета бесіди вчителя з учнем (2-3 хв на одного учня) - перевірити свідомість вибору вірних відповідей.

Як організаційні прийоми при проведенні контролю рівня знань із застосуванням навчально-інформаційного середовища рекомендуємо наступне.

Клас контролюючих машин повинен бути укомплектований комп'ютерами в кількості, що відповідає числу учнів в класі (25-35), в крайньому випадку в кількості не менше половини числа учнів групи (13-18), в іншому випадку ніяких істотних переваг від застосування мобільного застосунку, в тому числі затрат в часі, очікувати не доводиться. Використання комп'ютера з легкістю можна замінити смартфоном, в яких є постійний доступ до мережі Internet з навчальним ресурсом віртуального кабінету фізики. Технічне обслуговування контролюючих машин не вимагає великих труднощів. Оскільки дані містяться у віртуальному середовищі - мережі Internet.

Якщо контроль знань одного і того ж навчального матеріалу у МЗ проводиться послідовно в декількох класах, то для запобігання передачі інформації про правильні відповіді необхідно перед контролем знань встановити автоматичне перемішування варіантів відповідей та питань.

Вчитель проводячи контроль знань із застосуванням комп'ютера, під час проведення занять повинен знаходитися серед учнів, спостерігати за їх роботою, допомагати у випадку виникнення технічних проблем комп'ютером або труднощів у розумінні змісту питань. Додаткову бесіду слід також проводити біля комп'ютера на робочому місці учня, беручи до уваги, що при бесіді використовується інформація із пам'яті комп'ютера.

Робота з комп'ютером вимагає від учнів чітких завершених та повних відповідей, у важких випадках учень позбавлений підтримки вчителя, як це буває при традиційних формах контролю, оцінний режим сучасних інформаційних технологій з потрійним введенням вельми жорсткий. Ці обставини і адаптованість учнів до умов контролю рівня знань з застосуванням комп'ютера з даного конкретного навчального матеріалу призводять іноді до низьких результатів контролю. Застереження такого небажаного явища може проводити самоконтроль знань учнів з навчального матеріалу, аналогічному того, який виноситься на контроль рівня знань вивченого.

Для організації самоконтролю проводиться настановна бесіда з учнями, на якому пояснюються завдання, інструкції з виконання роботи в цьому режимі, організація проведення заняття. Потім учні працюють на комп'ютерах або смартфонах в зазначеному режимі до тих пір, поки вони самі не прийдуть до висновку про свою готовність до роботи в режимі «Контроль». Так чинять в перший раз проведення заняття по самоконтролю. Перед наступними заняттями учнів повідомляються про час проведення самоконтролю, вчитель викладає готовий матеріал в навчально-інформаційному середовищі. У встановлений час учні перевіряють і поповнюють свої знання. Самоконтроль учні проходять дистанційно у віртуальному кабінеті фізики, але бажано для проведення додаткових консультацій (за проханнями учнів) до тієї інформації, яку учні отримують у ВК. З огляду на те що самоконтроль - форма навчальної роботи, яка не передбачає занять в класі, то його проведення його повинне плануватися в години, відведені учням для самопідготовки або дома.

Досвід показав, що при правильній організації самоконтролю знань за допомогою комп'ютера учні із заохоченням виконують завдання, що позитивно відображається на навчальному процесі.

Важливим етапом є правильна підготовка питань для контролю рівня знань за допомогою комп'ютера. Завдання необхідно підготувати методично та повноцінно. При підготовці завдань ми виокремили наступні правила.

1. Питання і відповіді в завданнях слід складати з урахуванням вимог навчальної програми, методичних і технічних властивостей. Це означає, що формулювання питань повинно бути близьким за формою питань програми (щоб учень легко розумів завдання повинні відповідати за формою постановки питання, кількості відповідей і т. п.).

2. Формулювати питання і відповіді потрібно точно, не допускаючи різного тлумачення їхнього змісту. Зауважимо, що відхилення від цього правила - методична помилка, що часто допускається. Вона проявляється в тому, різні люди розуміють зміст одного і того ж питання по-різному.

3. Жодна з наведених відповідей не повинена бути абсурдною. Виконуючи це правило, не варто змішувати поняття «невірна відповідь» і «абсурдна відповідь». У першому випадку розуміється невідповідність відповіді на поставлене запитання, при умові, що відповідь принципово не містить невірної інформації; другий випадок - відповідь в принципі не має сенсу ні в даній ситуації, ні в будь-якій іншій. Наведення абсурдних відповідей може завдати шкоди навчальному процесу, так як учень може мимоволі його запам'ятати і згодом вважати, що ця відповідь має якийсь сенс.

4. Формулювання питань і відповідей повинні бути короткими і чіткими. Одночасно з цим вони повинні бути повними, без недомовок, з розрахунком на те, що щось само собою зрозуміло.

5. Формулювати питання і відповіді так, щоб при виборі відповідей недостатньо було формального знання формул, графіків, співвідношень, так щоб той хто навчається, перш ніж отримати необхідну відповідь, виконав в усній формі чи на папері розв'язок елементарної логічного або числового завдання. Це правило, не є обов'язковою умовою, рекомендоване для виключення елемента підказки з системи питання – відповіді. Під підказкою, що міститься в системі, розуміється інформація, яку може отримати той хто навчається, що не має достатніх знань для відповіді на задане запитання, за рахунок зіставлення запитань і відповідей.

6. Відповіді, що наводяться в завданнях для вибору, можуть спів ставляти декілька варіантів одного й того завдання. Досвід показує, що учні схильні при виборі відповіді користуватися «методом виключення» і обирають вірну відповідь за формальними ознаками.

При недостатній кількості завдань можна спів ставляти кілька варіантів одного і того ж завдання. Варіанти завдань можуть відрізнятися незначною зміною постановки питання (можливо, тільки перефразування питання), зміною числових значень, перестановкою місцями відповідей і т. п. Підготувати такі завдання методично неважко, але ті хто навчаються

сприймаються їх як різні, тим самим арсенал завдань збільшується без особливих зусиль вчителя.

Якщо вчитель вирішив зайнятися складанням нових питань і завдань з використанням МЗ ВК, особливо якщо він це робить вперше, рекомендуємо спеціальну перевірку підготовлених завдань. Методика цієї перевірки наступна. Завдання пускаються для обговорення в класах, які слід вважати експериментальними. Після проведення контролю знань по перевіреним завданням збираються відомості з кожного завдання, попереднього звернення: скільки разів на нього давали відповідь (n), і скільки вірних відповідей було на нього дано (x). Потім визначаються ймовірності вірних відповідей по кожному запитанню: $p=x/n$. Далі задаються межі ймовірностей, близькі до нуля і одиниці, що відділяють відповідно надмірно легкі і особливо важкі завдання (наприклад, 0 - 0,2 і 0,8 - 1,0). Серед останніх можуть бути завдання, в яких допущені методичні або смислові помилки. Аналогічно статистику результатів відповідей може отримати вчитель в особистому кабінеті НІС ВКФ під час самоконтролю, який учні проходять дистанційно.

Для самоконтролю можна використовувати ті ж завдання що і в контролюючому режимі. Остерігатись, що учні заздалегідь дізнаються зміст навчального матеріалу, який виносить на контроль (150-200 завдань) не слід, так як якщо вони і дізнаються зміст усіх питань і будуть знати відповіді на них, то це буде лише на користь справі: вони добре підготуються до контролю, піддавши себе саме контролю не вибірково по окремих питань, а по всьому матеріалу.

Однак матеріал для самоконтролю може мати деякі особливості в порівнянні з контролюючим. Основна особливість полягає в тому, що матеріал для самоконтролю бажано представляти в малій кількості, більш детально, ніж при контролі, тобто той матеріал, те завдання, які даються при контролі для самоконтролю можуть бути розділені на дві або більше частин. Інформаційні умови самоконтролю допускають постановку питання, що вимагає відповіді у формі "так - ні". У серію завдань для самоконтролю можуть входити завдання

різної складності. Розумним рішенням буде постановка логічно пов'язаних завдань. В цілому серія питань, що використовуються у мобільному застосунку при самоконтролі, може стосуватися меншого обсягу навчального матеріалу, ніж той, який виноситься на контроль. В цьому випадку в режимі «самоконтроль», той хто навчається може працювати послідовно у віртуальному кабінеті з навчальним матеріалом в різних розділах і темах навчального курсу.

Для того щоб скористатися наведеними рекомендаціями щодо матеріалу для самоконтролю, немає необхідності розробляти спеціальні завдання: для вчителя не представить труднощів дещо видозмінити питання, наявні в навчальних посібниках.

3.2. Мобільний застосунок як ефективний інструмент формування цифрової та методичної компетентностей майбутніх учителів природничих дисциплін

Цифрові технології стали не лише повсякденною нормою нашого життя, але й трансформаційним чинником, що докорінно змінює спосіб мислення, комунікації та професійної діяльності. Особливо помітно це у галузі освіти, де цифровізація відкриває нові можливості для навчання, взаємодії та індивідуалізації освітніх траєкторій. У таких умовах підготовка майбутніх учителів має відповідати викликам часу, а отже, не обмежуватись лише формуванням предметних знань. Необхідно системно розвивати цифрову та методичну компетентності, які виступають основою педагогічної ефективності в умовах змінної освітньої реальності.

Ці компетентності дозволяють не лише орієнтуватися у нових цифрових середовищах, а й самостійно створювати інноваційні освітні ресурси, включаючи мобільні застосунки, які стають надзвичайно актуальними в умовах мобільного навчання, гібридних форматів, змішаних моделей освіти. Використання мобільних освітніх застосунків забезпечує гнучкість,

адаптивність, візуальну привабливість та інтерактивність навчання, що є важливими факторами для сучасного покоління учасників освітнього процесу.

Актуальність даного дослідження обумовлюється кількома ключовими аспектами:

- по-перше, стрімким розвитком цифрових технологій і зміною парадигми навчання;
- по-друге, трансформацією освітніх запитів здобувачів освіти, які очікують більш інтерактивного, персоналізованого та практико орієнтованого підходу до навчання;
- по-третє, якісне оновлення системи підготовки педагогічних кадрів відповідно до сучасних вимог реформованої освіти. У концепції Нової української школи особлива увага приділяється формуванню цифрової компетентності вчителя, що визнається однією з базових складових професійної готовності педагога ХХІ століття.

Під час інтеграційно-практичного етапу студенти безпосередньо залучаються до проєктування та впровадження власних модулів у «Віртуальний кабінет». Зокрема:

- проводиться серія лабораторних занять, під час яких учасники створюють і тестують елементи інтерфейсу (кнопки, інфографіку, анімації) із застосуванням принципів user-centered design;
- групова робота над адаптацією контенту до різних рівнів підготовки учнів (базовий, просунутий), що закріплюється через пілотне тестування на невеликих класах-модельках;
- використання вбудованої в застосунок системи аналітики для оцінки швидкості та якості засвоєння матеріалу, з автоматичною генерацією рекомендацій щодо корекції завдань.

Таким чином, інтеграція теоретичних знань і практичного досвіду проєктування та використання мобільних застосунків формує у студентів критичні навички оцінки освітніх технологій. Така послідовність дій забезпечує глибоку інтеграцію теоретичних знань із практичним

проектуванням і дозволяє відпрацювати навички педагогічного моделювання навчального мобільного застосунку.

У фокусі нашого дослідження – інтеграція технологічного та методичного компонентів підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін. Такий підхід не лише сприяє формуванню необхідних професійних компетентностей, а й готує педагогів до самостійного створення цифрових продуктів освітнього призначення, зокрема мобільних застосунків, які можуть бути ефективно використані не лише на різних етапах уроків, а й у позаурочний час.

Сучасні концептуальні підходи до формування цифрової компетентності вчителя ґрунтуються на синтезі цифрової дидактики, педагогічного конструктивізму та принципів STEM-освіти. Як зазначає , ефективна реалізація цифрових стратегій у викладанні природничих дисциплін передбачає поєднання продуманого педагогічного дизайну з активним залученням здобувачів освіти до цифрового контенту.

Цифрова компетентність сучасного педагога не зводиться до володіння окремими цифровими інструментами. Вона розглядається як інтегрована складова професійної ідентичності, що включає технологічну грамотність, уміння працювати з інформаційними потоками, організовувати освітнє середовище з використанням цифрових ресурсів, дотримуючись принципів безпеки, етики, авторського права та креативного мислення.

Отже, розвиток цифрової та методичної компетентностей у майбутніх учителів природничих дисциплін – це не просто реакція на цифрову трансформацію освіти, а стратегічний напрям, що визначає якість, мобільність і конкурентоспроможність сучасного педагога у цифрову епоху.

Методична компетентність, як складова професійної, передбачає здатність до педагогічного проектування, організації освітньої взаємодії та дидактичного забезпечення освітнього процесу з урахуванням специфіки навчання природничих дисциплін. Вона формується на основі аналізу дидактичних завдань, вибору методів навчання, структурування навчального

матеріалу та створення умов для наукового пізнання. Інтеграція мобільних застосунків у педагогічну діяльність, згідно з авторами [138], є каталізатором професійного розвитку майбутнього вчителя та дозволяє йому реалізувати диференційований, компетентнісний підхід до навчання.

Формування цифрової та методичної компетентностей майбутніх учителів природничих дисциплін у процесі проєктування мобільних застосунків вимагає глибокого переосмислення ролі здобувача освіти. У такій моделі студент виступає не пасивним споживачем інформації, а активним творцем цифрового освітнього продукту. Такий підхід сприяє не лише засвоєнню технічних інструментів, але й формуванню відповідального ставлення до освітнього контенту, розумінню його методичної цінності та дидактичного призначення.

Важливим є поєднання індивідуальної та групової роботи у процесі створення мобільного застосунку. В індивідуальному вимірі майбутній педагог опановує навички самостійного пошуку, аналізу інформації, структуризації навчального матеріалу, креативного застосування технологічних рішень. У груповій формі організовується обговорення ідей, розподіл обов'язків, координація проєктної діяльності, що сприяє розвитку комунікативної компетентності, вмінню працювати в команді, аргументувати власну позицію.

Слід зауважити, що навчальний зміст мобільного застосунку, створюваного студентами, має відповідати навчальним програмам з природничих дисциплін та забезпечувати можливість формування ключових компетентностей учнів, зокрема: критичного мислення, наукової грамотності, здатності до практичного застосування знань. У цьому контексті важливим є використання елементів доповненої реальності, візуалізацій, інтерактивних тестів, анімаційних моделей, що демонструють природні процеси.

У дослідженні також враховуються психологічні аспекти сприйняття цифрового контенту. Перевага мобільних застосунків полягає у тому, що вони дозволяють враховувати індивідуальні особливості здобувачів освіти, їхній

стиль навчання, рівень підготовки та пізнавальні інтереси. Гейміфікація, персоналізація контенту, зворотний зв'язок і можливість адаптивного навчання підвищують мотивацію до освітнього процесу.

Методика оцінювання сформованості цифрової та методичної компетентностей ґрунтується на критеріях, що охоплюють технічну якість мобільного застосунку, методичну доцільність, науковість змісту, інтерактивність, інтерфейсу зручність і педагогічну ефективність. Результати оцінювання, отримані в ході апробації застосунків, свідчать про високий рівень залучення здобувачів освіти до освітнього процесу, а також підвищення їхнього рівня готовності до професійної діяльності в умовах цифрової трансформації освіти.

Формування цифрової та методичної компетентностей передбачає активне занурення здобувачів освіти у середовище розробки мобільного контенту. Першим етапом є мотиваційно-діагностичний, у межах якого визначається початковий рівень цифрової готовності майбутніх вчителів природничих наук, проводиться діагностика інтересу до інноваційної діяльності.

Другим етапом виступає теоретико-методичний, що включає вивчення принципів мобільного навчання, педагогічного дизайну, структури мобільного застосунку. Здобувачі освіти ознайомлюються з інструментами проєктування, базовими мовами програмування, системами візуального конструювання мобільних застосунків.

Третій етап – проєктно-практичний, під час якого студенти у групах або індивідуально створюють прототипи мобільних застосунків для навчання природничих дисциплін. Цей етап супроводжується наставництвом, оцінюванням ефективності, застосуванням інструментів зворотного зв'язку.

На рефлексивно-аналітичному етапі здійснюється презентація продуктів, самооцінювання, обговорення труднощів і перспектив упровадження створених рішень в освітню практику. Як показали результати педагогічного експерименту, включення таких форм активного навчання

сприяє зростанню мотивації до самостійного професійного розвитку, розширенню знань у сфері цифрових технологій, формуванню вмінь командної роботи, критичного аналізу та цифрової творчості.

Розглянемо декілька практичних способів формування цифрової та методичної компетентностей.

Мікропроекти з використанням сервісів інтерактивного навчання.

Мета цього способу – поступове занурення майбутніх вчителів природничих наук у цифрову педагогіку шляхом створення освітніх мініпроектів. Для реалізації обираються прості платформи, які не потребують програмування, але дозволяють створювати якісний інтерактивний контент. В даному випадку перед здобувачами освіти ми рекомендуємо поставити таке завдання:

- розробити візуалізацію біологічного процесу у Genially або Canva;
- створити вправу на відповідність або класифікацію у LearningApps;
- оформити міні-сайт на Google Sites із навчальним контентом, відео та тестами;
- скомпонувати електронну карту знань із теми «Будова атома» або «Клітина» з використанням Mindomo.

Результатом виконання вище вказаного завдання є формування навичок інтеграції цифрового інструментарію до змісту уроку, розвиток креативності та аналітичного мислення щодо структурування навчального матеріалу.

Моделювання уроків з елементами мобільного навчання.

Цей спосіб передбачає підготовку майбутніми вчителями методичних сценаріїв уроків, в яких мобільні застосунки виступають як активні навчальні інструменти. Такий підхід реалізується під час педагогічної практики або на практичних заняттях.

Наведемо приклади активностей, які ми рекомендуємо для даного способу формування цифрової та методичної компетентностей:

- використання застосунку «PhET» для моделювання явищ на етапі пояснення нового матеріалу;

- «Kahoot» або «Quizizz» для формувального оцінювання в кінці уроку, теми, тощо;
- демонстрація віртуальних дослідів з хімії або біології у Labster, з обговоренням їхніх результатів;
- аналіз STEM-застосунків із метою залучення учнів до проєктної діяльності.

Результат: студент навчається обґрунтовувати вибір цифрового засобу з методичної позиції, адаптувати його під освітню мету та тип уроку.

Веб-квести або кейс-завдання з цифровою компонентною.

Цей інструмент орієнтований на формування цифрової та методичної компетентностей шляхом занурення у ситуації навчального пошуку. Здобувачі проходять тематичний веб-квест, у якому вони використовують мобільні застосунки для знаходження рішень.

Приклад кейсу: «У класі вивчається тема «Кровообіг». Завдання – розробити мобільну міні-гру або сценарій візуалізації, яка допоможе учням зрозуміти циркуляцію крові у тілі людини».

У межах виконання зазначеного завдання здобувачі освіти:

- аналізують освітні цілі теми;
- шукають цифрові застосунки, що дозволяють моделювати процеси;
- створюють кейс-урок із цифровими вставками;
- готують методичну рефлексію щодо доцільності використаних ресурсів.

Результатом має стати розвиток гнучкого мислення, уміння застосовувати цифрові засоби в умовах змінної навчальної ситуації.

Рецензування готових мобільних освітніх застосунків.

Мета – навчити майбутніх учителів природничих наук критично оцінювати якість, дидактичну цінність і відповідність мобільного застосунку педагогічним цілям.

Форма завдання:

- кожен здобувач освіти обирає освітній застосунок (наприклад: Classcraft, Beaker, Biology AR, GeoGebra);
- проводить його аналіз за критеріями: контент, інтерфейс, відповідність віковим особливостям учнів, можливість інтеграції в структуру уроку, педагогічна ефективність;
- складає рецензію, у якій подає оцінку з позиції методиста: на яких етапах уроку доцільно використовувати, які компетентності формуються, які ризики застосування.

Очікуваний результат, як ми вбачаємо – формування методичної грамотності, уміння проводити педагогічну експертизу цифрових продуктів.

Розроблення навчального мобільного застосунку у межах курсового або проєктного модулю.

Одним із найефективніших способів формування цифрової та методичної компетентностей є розроблення навчального мобільного застосунку у межах курсового або проєктного модулю. Цей підхід дозволяє не лише засвоїти технологічні аспекти створення цифрових освітніх продуктів, а й розвинути педагогічне мислення, методичну гнучкість та професійну майстерність майбутнього вчителя.

Проєкт інтегрується у дисципліни «Методика навчання природничих дисциплін», «Інформаційно-комунікаційні технології в освіті», «Цифрові освітні технології», або реалізується як елемент педагогічного практикуму. У цьому форматі студенти не лише навчаються користуванню цифровими конструкторами, а й проходять повний цикл педагогічного проєктування, що забезпечує їхню готовність до цифрової трансформації освітнього процесу.

Ми пропонуємо наступні етапи реалізації:

- обґрунтування освітньої мети та визначення цільової аудиторії застосунку;
- підбір науково-достовірного, методично адаптованого контенту;
- використання конструктора (Glide, AppGyver, Kodular) для створення візуального інтерфейсу;

- інтеграція мультимедійних елементів: відео, віртуальні експерименти, анімації;
- тестування застосунку серед одногрупників, викладачів та учнів.

За результатами виконання етапів слід провести методичний аналіз створеного продукту: які компетентності учнів він формує, які дидактичні цілі реалізує, на якому етапі уроку може бути застосований.

Очікуваний результат: майбутній учитель набуває реального досвіду освітнього проєктування, формує здатність до самостійного створення навчального цифрового контенту, підвищує професійну впевненість у його інтеграції на будь-якому етапі уроку – від мотивації до рефлексії. Цей підхід демонструє рівень його цифрової компетентності та готовності до нової ролі педагога у цифровому освітньому середовищі.

Залучення майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування мобільних застосунків відіграє ключову роль у процесі інтеграції цифрової та методичної компетентностей у єдину, цілісну систему професійного становлення. Цей підхід не лише забезпечує підвищення технічної обізнаності студентів, а й формує в них здатність глибоко осмислювати педагогічні завдання, критично оцінювати доцільність і ефективність цифрових рішень, що використовуються під час освітнього процесу. Завдяки активному включенню в проєктну діяльність, здобувачі освіти навчаються самостійно визначати освітні потреби учнів, моделювати навчальні ситуації та створювати контент, адаптований до конкретних тем, вікових особливостей і цілей освітнього процесу.

Реалізація запропонованої моделі дозволяє ефективно поєднувати теоретичну підготовку з практичною діяльністю: майбутні вчителі не лише засвоюють основи методики викладання природничих дисциплін, але й навчаються реалізовувати їх через сучасні цифрові інструменти. Вони опановують принципи педагогічного дизайну, основи UI/UX, цифрової дидактики, навчаються структурувати контент у відповідності до дидактичних вимог, етапів уроку та очікуваних результатів навчання.

Створення мобільних застосунків у такому контексті виступає не просто як технічна дія, а як освітній акт – педагогічна взаємодія, в якій кожен елемент (від вибору теми до інтерактивного блоку чи анімації) має цілеспрямоване методичне навантаження. Це дозволяє формувати в майбутнього вчителя усвідомлення відповідальності за кожен крок навчального проєктування, виховує педагогічну рефлексію, критичне мислення, творчість і здатність до інновацій.

Таким чином, проєктування мобільних застосунків дає старт для професійного самовираження та розвитку, формує гнучкість, мобільність і готовність до постійного оновлення педагогічних стратегій. Формування цифрової та методичної компетентностей у процесі такої діяльності виступає не лише актуальним, але й необхідним напрямом модернізації професійної підготовки педагогів у сфері природничих дисциплін, що відповідає вимогам Нової української школи та сучасного цифрового суспільства.

3.3. Результати педагогічного експерименту з використанням навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітньому процесі

Цифрова трансформація освіти, обумовлена глобальними змінами в інформаційному просторі, вимагає якісно нового підходу до підготовки вчителів. Особливої уваги набуває формування цифрової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін, з огляду на необхідність використання інноваційних засобів навчання, зокрема мобільних застосунків. У відповідь на ці виклики нами було створено мобільний застосунок «Віртуальний кабінет», який слугує інструментом підтримки та персоналізації освітнього процесу.

У ході оцінно-корегувального етапу здійснюється комплексна робота з аналізу результатів експерименту та доопрацювання моделі підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних застосунків. Ключові заходи включають:

- обробку кількісних показників (рівень цифрової компетентності, час виконання завдань, кількість виправлень) за допомогою вбудованого в застосунок модуля статистики;
- фокус-групові інтерв'ю зі студентами-учасниками та керівниками практики для виявлення проблемних зон у дизайні та методиці застосування;
- ітеративне внесення покращень у структуру «Віртуального кабінету»
- уточнення навігаційних схем, перерозподіл контент-модулів, адаптація рівнів складності квест-завдань.

Пропонований підхід гарантує постійне підвищення якості модельних компонентів і підтверджує її практичну ефективність у різних контекстах освітнього процесу. Такий ітеративно-корегувальний підхід забезпечує не тільки підвищення якості мобільного застосунку, але й формування у майбутніх учителів природних дисциплін навички безперервного професійного розвитку в умовах швидких технологічних змін.

Розроблена нами модель підготовки майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання навчальних мобільних застосунків ґрунтується на поетапному формуванні професійних і цифрових компетентностей, що охоплюють концептуальне розуміння, практичну діяльність та рефлексивний аналіз. Модель передбачає три основні компоненти: когнітивний (ознайомлення студентів з теоретичними засадами цифрової педагогіки, принципами мобільного навчання, методикою створення цифрового контенту), практичний (створення прототипів мобільних застосунків, робота в команді над цифровими освітніми проєктами, використання мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» у реальних або модельованих навчальних ситуаціях) і рефлексивно-аналітичний (аналіз результатів впровадження, самооцінка сформованих компетентностей, участь у педагогічному експерименті). Ключовими принципами моделі є міждисциплінарність, інтеграція ІКТ-компетентностей із методикою навчання природничих наук, педагогіка партнерства, а також формування цифрової культури. Реалізація цієї моделі забезпечила не лише засвоєння нових

інструментів, але й формування критичного ставлення до цифрових освітніх ресурсів, розвиток здатності до інноваційного педагогічного проєктування та адаптації до змін у цифровому освітньому середовищі.

У дослідженні також було застосовано аналіз педагогічної документації, моделювання освітнього процесу з урахуванням елементів цифровізації, а також експертне оцінювання результатів навчання. Особлива увага приділялася вивченню змін у ставленні студентів до цифрових інструментів після проходження формувального етапу. Методика включала якісний аналіз відкритих відповідей студентів на питання щодо використання мобільних застосунків, що дозволило виявити ключові бар'єри та фактори успішного впровадження цифрових технологій у педагогічну практику. Під час реалізації моделі активно використовувалися принципи педагогіки партнерства, що узгоджується з дослідженнями роботами ряду науковців, які підкреслюють важливість взаємодії суб'єктів освітнього процесу у цифровому середовищі.

Дослідження проводилось у кілька етапів: констатувальному, формувальному та узагальнювальному. На констатувальному етапі було здійснено анкетування студентів педагогічних спеціальностей для виявлення рівня їхньої готовності до цифрової проєктної діяльності. На формувальному етапі розроблено та апробовано авторську модель підготовки майбутніх учителів до проєктування мобільного застосунку, яка реалізовувалася шляхом включення студентів у створення й використання ВКПД. Також здійснювалось спостереження за навчальним процесом, педагогічне тестування, збір якісних даних через напівструктуровані інтерв'ю з учасниками дослідження. На узагальнювальному етапі проводився аналіз зібраних емпіричних даних за допомогою кількісної та якісної обробки.

З метою успішної реалізації освітнього проєкту та забезпечення високого рівня зацікавленості здобувачів освіти у використанні мобільного застосунку «Віртуальний кабінет», нами було визначено низку ключових цілей, реалізація яких дозволяє підвищити ефективність цифрового навчання та забезпечити сталі результати в освітньому процесі.

1. Мотивація. Узгоджуючись із теоретичними положеннями Р. Ганьє, ефективне навчання починається з залучення уваги учня. Контент мобільного застосунку був спеціально адаптований таким чином, щоб створювати позитивну мотивацію до навчання: інтерактивні вправи містили зворотний зв'язок, який був конструктивним та заохочувальним, а навчальні цілі були чіткими й зрозумілими.

2. Позитивний досвід користування. Навчальний застосунок характеризується простим та інтуїтивним інтерфейсом із мінімальним дизайном, що забезпечує позитивне сприйняття контенту та комфорт у використанні. Усі зайві елементи були усунені для зосередження уваги на навчальному матеріалі.

3. Формування нових навичок. Зміст застосунку спрямований не на повторення вивченого, а на розвиток нових умінь і навичок. Це досягалося шляхом контекстного проєктування, враховуючи реальні потреби учнів та їхній попередній досвід, що узгоджується з рекомендаціями щодо проєктування m-learning-контенту.

4. Занурення в контент. Для посилення ефекту занурення використовувалися сучасні візуальні елементи, мультимедіа, інтерактивні уроки, ігрові завдання та новітні технології, зокрема доповнена реальність. Це сприяло підвищенню інтересу учнів до навчального матеріалу.

5. Естетичне оформлення. Дизайн застосунку враховував не лише функціональність, а й візуальну привабливість, що особливо важливо для залучення учнів. Використання кольорових акцентів, сучасних шрифтів і структурування контенту відповідало принципам ефективної UI/UX-дизайну.

6. Підтримка творчості учнів. Застосунок надавав можливість учням взаємодіяти з контентом, створювати власні міні-дослідження або коментарі, що підвищувало рівень залученості та формувало почуття причетності до освітнього процесу.

7. Формування навичок самооцінювання. Після виконання завдань учні отримували зворотний зв'язок, який допомагав їм усвідомлювати власний

поступ. Впроваджена система оцінювання за прогресом сприяла розвитку рефлексії та самостійності.

Таким чином, описані цілі стали орієнтиром у створенні структури мобільного застосунку «Віртуальний кабінет». Їх реалізація дозволила забезпечити інтерактивність, індивідуалізацію та диференціацію навчання, що відповідає сучасним тенденціям цифрової освіти. У наступному розділі представлено прототип застосунку та обґрунтовано особливості його архітектури відповідно до запропонованої моделі.

Крім кількісних результатів, проведено глибокий якісний аналіз відгуків учасників, що виявив високий рівень прийняття інноваційних освітніх технологій. Студенти відзначили, що робота з ВК дозволила їм глибше усвідомити логіку побудови цифрового контенту, підвищити власну цифрову грамотність, а також покращити навички міжпредметної інтеграції. Багато з них зазначили, що саме участь у розробці освітнього мобільного застосунку стала стимулом до подальшої професійної самоосвіти та підвищення власної кваліфікації. Згідно з концепцією цифрової компетентності вчителя, викладеною у роботі Vuorikari та інших. Наш досвід впровадження навчального мобільного застосунку дозволяє реалізувати підходи індивідуального навчання, активного залучення та формування самостійності здобувачів освіти. Емпіричні дані також підтверджують висновки, викладені у роботі, щодо необхідності системної цифрової трансформації освіти як основи для сталого підвищення якості освітнього процесу.

У процесі проведення експерименту з інтеграції навчального мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» в освітній процес з природничих дисциплін було організовано додаткове дослідження, спрямоване на виявлення змін у рівні цифрової та методичної компетентностей педагогів. Зокрема, нами було проведено опитування вчителів, які безпосередньо впроваджували зазначений цифровий ресурс у власну педагогічну практику до та після впровадження.

Особливістю даного опитування стало поєднання кількох підходів до оцінки рівня компетентностей. Педагоги не лише здійснювали самооцінку

рівня своєї цифрової та методичної підготовки після впровадження застосунку, але й виконували тестові завдання, що були спеціально розроблені для виявлення рівня сформованості відповідних компетентностей. Таким чином, ми отримали як об'єктивні дані, що базуються на виконанні практичних завдань, так і суб'єктивні уявлення самих учителів щодо власних професійних досягнень у сфері цифровізації освітнього процесу.

Проведений аналіз отриманих результатів виявив певну розбіжність між самооцінкою вчителів і результатами тестування. Зокрема, у низці випадків педагоги демонстрували вищу впевненість у власному рівні цифрової або методичної компетентності, ніж це підтверджувалося об'єктивними показниками. Цей феномен заслуговує на окреме дослідження, адже може бути пов'язаний як із психологічними чинниками (наприклад, ефектом завищеної самооцінки), так і з особливостями адаптації до нових цифрових інструментів.

Незважаючи на виявлені відмінності між суб'єктивними та об'єктивними оцінками, в цілому результати опитування підтвердили позитивну динаміку в усіх учасників експерименту, що свідчить про ефективність запропонованої моделі впровадження мобільного навчального застосунку в освітній процес із природничих дисциплін.

Подана діаграма (рис. 3.6.) відображає результати дослідження, спрямованого на оцінку рівня сформованості цифрової та методичної компетентностей серед педагогів, які працюють у сфері природничих наук – зокрема, у викладанні фізики, географії, біології та хімії. Вона дозволяє простежити як кількісні, так і якісні відмінності між двома видами професійних компетентностей, що є критично важливими в умовах цифрової трансформації освітнього процесу.

Найвищі показники цифрової компетентності зафіксовано серед учителів фізики, де її рівень становить 23%. Це узгоджується з результатами впровадження мобільного застосунку «Віртуальний кабінет», який найбільш повно реалізував свій функціонал саме у викладанні фізики. Завдяки інтеграції

тестів, симуляцій, візуальних моделей і вбудованих мікроекспериментів, застосунок не лише сприяв формуванню цифрової грамотності учнів, а й створив передумови для зростання цифрової компетентності вчителів.

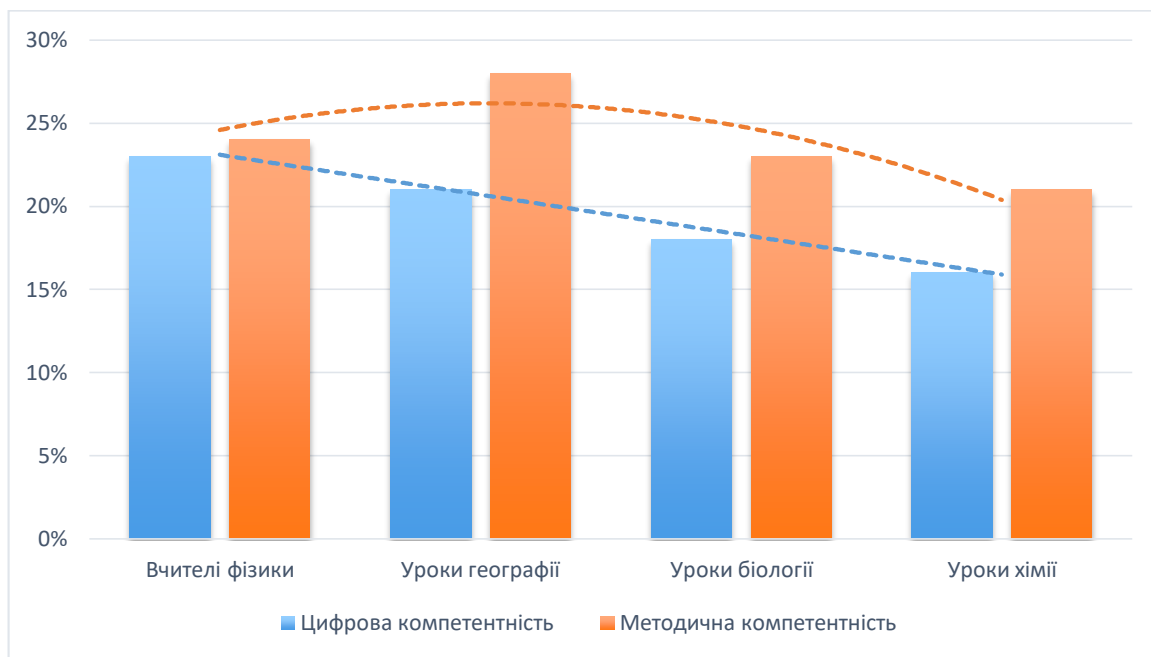


Рис. 3.6. Оцінки зміни рівня цифрової та методичної компетентностей з використанням мобільного застосунку в освітньому процесі з використанням запропонованої моделі

У дисциплінах біологія та хімія рівень цифрової компетентності є помітно нижчим (приблизно 18% і 16% відповідно), що свідчить про менший ступінь використання цифрових технологій під час освітнього процесу. Це може бути зумовлено як відсутністю адаптованих цифрових ресурсів для цих предметів, так і недостатньою готовністю вчителів до їх використання. Наявна тенденція до зниження цифрової компетентності від фізики до хімії (відображена поліноміальною лінією) підкреслює необхідність інтенсифікації цифрової підготовки педагогів у межах інших природничих дисциплін.

На відміну від цифрової, методична компетентність демонструє зростаючу динаміку від фізики до географії, досягаючи максимального значення на рівні понад 28% у викладачів географії. Це може свідчити про домінування традиційного методичного підходу, заснованого на досвіді, аналогових методиках і класичних формах роботи. У контексті біології та хімії

методична компетентність також зберігає високі значення (близько 23% і 21% відповідно), що підтверджує орієнтацію вчителів на перевірені навчальні практики.

Поліноміальна лінія методичної компетентності на діаграмі демонструє стабільну висхідну криву, що свідчить про достатньо високий рівень сформованості методичних навичок серед педагогів природничого циклу, але також вказує на потребу оновлення цих навичок через включення цифрових компонентів.

Інтеграція цифрових ресурсів у викладання фізики, що була здійснена через мобільний застосунок, дала змогу досягти значного приросту цифрової компетентності серед вчителів цієї дисципліни. За результатами дослідження, середній приріст цифрової компетентності в експериментальних групах становив 20%, а методичної – 24%. Крім того, 57% учнів відзначили зростання мотивації до навчання після взаємодії з мобільним додатком, що свідчить про позитивний ефект комплексного використання цифрового контенту. Завдяки функціоналу застосунку (тести, симуляції, інтерактивні модулі) було підвищено ефективність самостійної роботи учнів. Опитування студентів та вчителів також засвідчили позитивне ставлення до інноваційної форми навчання, зокрема до гнучкості у роботі з матеріалом, персоналізації та можливості візуалізації складних понять.

Таким чином, результати діаграми чітко підтверджують ефективність запропонованої моделі навчання, яка передбачає не лише технічне забезпечення мобільного застосунку, а й розробку методичних стратегій його педагогічного впровадження. Успішне поєднання цифрової й методичної складових у фізиці демонструє потенціал до мультиплікації цієї моделі на інші предмети. Особливо актуальною є потреба підтримки цифрової трансформації в курсах хімії та біології, де наявна невідповідність між рівнем методичної та цифрової готовності педагогів.

Проведений аналіз дозволяє дійти висновку, що підвищення як цифрової, так і методичної компетентностей можливе лише за умови

комплексного підходу до впровадження цифрових ресурсів, таких як мобільний застосунок «Віртуальний кабінет». Діаграма слугує не лише інструментом оцінки результатів, а й своєрідною дорожньою картою для подальшого вдосконалення освітнього процесу в закладах середньої та вищої педагогічної освіти.

Процес апробації «Віртуального кабінету» у закладах загальної середньої освіти студенти проводили в межах проходження педагогічної практики. Студенти-практиканти виконували роль фасилітаторів уроку: вони організовували роботу школярів із додатком, налаштовували відповідні модулі та супроводжували практичні завдання. Після кожного уроку майбутні вчителі аналізували власні дії через журнали спостереження та рефлексивні щоденники, оцінюючи ефективність застосунку за такими показниками: рівень залученості учнів, якість зворотного зв'язку, дотримання часових рамок, оперативність технічної підтримки. Цей аналіз дозволив визначити ступінь сформованості навичок цифрового фасилітатора та виявити напрями для підвищення методичної компетентності.

Наступним етапом дослідження стало цілеспрямоване педагогічне спостереження та апробація використання мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» (ВК) у реальному освітньому процесі з фізики в закладах загальної середньої освіти II ступеня. Головна увага була прикута до аналізу дидактичного потенціалу мобільного застосунку при вивченні складних природних явищ. Одночасно це дало змогу оцінити готовність майбутніх учителів природничих дисциплін до ефективного застосування таких інструментів у своїй професійній практиці.

Позитивна динаміка результатів експериментального впровадження ВК посилила дослідницький інтерес не лише серед педагогів, а й викликала зацікавлення учнів старших класів. У межах подальшого етапу дослідження було визначено мету: вивчити можливості мобільного застосунку для покращення засвоєння складних розділів шкільного курсу природничих

дисциплін, зокрема тем, пов'язаних з електромагнітними явищами, квантовою фізикою та атомною енергетикою.

Актуальність обраної проблематики зумовлена поєднанням високої прикладної значущості вказаних тем із труднощами їх якісної візуалізації та осмислення учнями, особливо щодо таких понять, як електричні та магнітні поля, електромагнітна індукція, генерація електричного струму, будова атомного ядра, ядерні реакції, радіоактивність тощо. Ці теми часто викликають у школярів когнітивні труднощі та потребують модернізації дидактичного інструментарію.

Зважаючи на зазначені проблеми, використання доповненої реальності, мобільного застосунку «Віртуального кабінету» стало основою експериментального підходу до оновлення методики викладання. У ході дослідження було перевірено ефективність використання цих інструментів для активізації пізнавальної діяльності, формування стійкого інтересу до вивчення природничих дисциплін і розвитку цифрової грамотності як у здобувачів освіти, так і в майбутніх учителів.

Основними компонентами цієї системи є:

1. веб-сайт з навчально-цифровими матеріалами;
2. веб-застосунок для генерації QR-коду. QR-коди містять інформацію про розміщення в Інтернеті мультимедійних матеріалів, пов'язаних з темою, що вивчається;
3. мобільна версія мобільного застосунку середовища «Віртуальний кабінет». Ця програма працює на Android та IOS і використовує QR коди як маркери.

Здобувач освіти за допомогою смартфона відкриває віртуальну модель, коли сканує QR-код за допомогою камери свого мобільного пристрою. Виявляючи маркер, програмне забезпечення декодує його інформацію і відкриває мультимедійний вміст за посиланням.

У ході педагогічної практики здобувачі освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» із спеціальностей природничих науки (фізики, хімії, географії,

біології) здійснювали апробацію результатів власного проєктування та наповнення навчального контенту в мобільному застосунку «Віртуальний кабінет». Практиканти впроваджували розроблені модулі та навчальні матеріали під час занять із учнями 9–11 класів закладів загальної середньої освіти Дніпровського району м. Києва, у яких узяли участь більше пів тисячі учнів. проведено спостереження за дотриманням методичних рекомендацій, збір кількісних та якісних даних щодо ефективності використання мобільного застосунку, а також проведено аналіз результативності реалізації навчальних сценаріїв із застосуванням мобільного застосунку.

Експеримент передбачав використання розробленого нами мобільного застосунку та мобільної технології доповненої реальності під час освітнього процесу.

Під час проведення уроків, студенти використовували мобільний застосунок при вивченні наступних тем відповідно до навчальних програм МОН України:

- фізика: «Магнітне поле», «Індукція магнітного поля», «Магнітне поле котушки зі струмом», «Дія магнітного поля на провідник зі струмом. Сила Ампера», «Електромагнітна індукція. Досліди Фарадея», «Гіпотеза Ампера», «Етапи становлення атомної теорії будови речовини», «Радіоактивність. Радіоактивні випромінювання, їх фізична природа і властивості», «Дослід Резерфорда», «Ядерні сили. Ізотопи», «Йонізаційна дія радіоактивного випромінювання», «Біологічна дія радіоактивного випромінювання», «Поділ важких ядер. Ядерний реактор», «Термоядерні реакції. Енергія сонця і зір»;

- біологія: «Клітинна будова організмів», «Метаболізм і енергетика клітини», «Генетика і спадковість», «Екосистеми та біорізноманіття», «Будова і функції органів людини»;

- географія: «Кліматичні пояси світу та клімат України», «Рельєф і геоморфологічні процеси», «Населення світу: розміщення та демографічні

тенденції», «Природні ресурси та їх раціональне використання», «Господарська географія регіонів України»;

- хімія: «Періодичний закон Д. Менделєєва і періодична система елементів», «Хімічний зв'язок і будова молекул», «Кислоти, основи, солі: властивості та застосування», «Окисно-відновні реакції», «Органічні сполуки: вуглеводні та їх похідні».

З метою реалізації експериментального дослідження було розроблено два методичних підходи до впровадження мобільного застосунку в освітній процес.

У першому методичному варіанті було застосовано технологію інтеграції цифрового контенту до традиційного підручника шляхом використання QR-кодів. Для цього на кожну сторінку шкільного підручника, зміст якої супроводжується відповідним мультимедійним матеріалом у ВК, створювався окремий аркуш з надрукованим QR-кодом. Такі аркуші прикріплювались безпосередньо до друкованого навчального посібника або вкладались у його розділи за темами.

Цей підхід дозволив розширити функціональність підручника без потреби його перепроєктування чи додаткових фінансових витрат на створення нових друкованих видань. Учні, використовуючи смартфони або планшети, мали змогу миттєво переходити до інтерактивного контенту, що значно підвищувало рівень наочності та зацікавлення при вивченні складних фізичних тем.

У межах першого методичного варіанту ключова роль у реалізації навчального процесу відводиться саме вчителю, який виконує функцію координатора цифрової взаємодії. Його діяльність передбачає низку важливих організаційно-методичних дій:

- формулює запитання до змісту мультимедійного матеріалу, на які учні відповідають після ознайомлення з ресурсом за QR-кодом;
- регулює темп навчального процесу, забезпечуючи синхронну участь усіх здобувачів освіти;

- організовує цілеспрямовану діяльність учнів щодо перегляду та аналізу мультимедійного контенту, пов'язаного з відповідним QR-посиланням.

У другому варіанті дослідження акцент було зроблено на індивідуалізацію навчальної діяльності учнів із використанням мобільного застосунку. Перед початком уроку кожен учень отримує персональне посилання на навчальні матеріали, розміщені у мобільному застосунку «Віртуальний кабінет», що відповідають темі заняття. У ході уроку учні:

- самостійно опрацьовують мультимедійні ресурси (відео, анімації, інтерактивні симуляції, тексти), що забезпечує гнучкість у темпі засвоєння матеріалу відповідно до індивідуальних можливостей;

- виконують індивідуальні завдання або тестові запитання, сформульовані на основі змісту переглянутого матеріалу, що сприяє розвитку самостійності та відповідальності за результати навчання;

- на завершальному етапі уроку – беруть участь у колективному обговоренні та перевірці відповідей, організованих учителем. Такий етап забезпечує зворотний зв'язок, дозволяє здійснити рефлексію та корекцію помилок у безпечному навчальному середовищі.

Цей варіант використання мобільного застосунку спрямований на посилення активної позиції учня в освітньому процесі та ефективне поєднання самостійної цифрової діяльності з колективним обговоренням і педагогічною підтримкою.

Основні відмінності з першим методичним варіантом такі:

- тут посилена самостійна робота учнів;
- втручання викладача лише під час перевірки та підбиття підсумків;

Другий методичний підхід створює сприятливі умови для індивідуалізації освітнього процесу, дозволяючи кожному учневі працювати у власному темпі.

Для оцінки ефективності цього підходу застосовувалися такі інструменти: систематичні педагогічні спостереження під час занять,

рефлексивний аналіз навчальної діяльності учнів, а також опитування у формі анкетування. Отримані емпіричні дані були оброблені із використанням статистичних методів, зокрема:

- медіана (Me) – міра центральної тенденції;
- мода (Mo) – це значення у множині спостережень, яке зустрічається найчастіше (Mo);
- міжквартильний діапазон (IQR) – міра дисперсії.

Це показує, чи відповіді згруповані разом або розкидані по діапазону можливих відповідей.

Зібрані дані дозволили оцінити ступінь згуртованості відповідей здобувачів освіти та розподіл їх по діапазону можливих варіантів. Для виявлення наявності статистично значущого зв'язку між застосованими методичними підходами та ставленням учасників освітнього процесу до використання мобільного застосунку було використано точний тест Фішера.

Після завершення експерименту здобувачам освіти було запропоновано анонімно заповнити анкету, що складалась із восьми закритих запитань. Перші шість передбачали відповіді за чотирибальною шкалою (1 – «Ні»; 2 – «Скоріше ні»; 3 – «Скоріше так»; 4 – «Так»). Два останні питання мали дихотомічну шкалу («Так»/«Ні») з можливістю обґрунтування своєї позиції у відкритій формі.

Метою перших двох запитань було з'ясування загального ставлення учнів до застосування мобільних пристроїв та мобільних застосунків в освітньому процесі. На перше запитання «Чи виникали у вас труднощі при роботі з телефонами під час уроків?» 99,06% респондентів відповіли негативно: 84,91% – «Ні», 14,15% – «Скоріше ні».

На друге запитання – «Чи підтримуєте ви використання мобільних пристроїв як засобу навчання під час уроків?» – 76,42% здобувачі освіти відповіли позитивно. При цьому 84,90% з них додали власні коментарі, серед яких домінували формулювання: «Уроки були цікавішими», «Весело й приємно», «Мені це сподобалося». Частина учнів вказала на покращення

концентрації уваги та швидкості виконання завдань: «Я працював більш зосереджено», «Телефон – зручний інструмент для пошуку інформації».

Ті, хто висловився проти використання мобільних пристроїв у навчанні, як основні аргументи зазначали побоювання щодо негативного впливу на зір та зниження здатності до концентрації.

Третє запитання було спрямоване на оцінку інтерфейсної доступності та користувацької зручності розробленого мобільного застосунку: «Чи згодні ви з тим, що віртуальний кабінет фізики є простим у використанні?». Позитивно відповіли 99,06% здобувачів освіти, з яких 82,08% обрали варіант «Так», а 16,98% – «Скоріше так».

Подальші три запитання дозволили визначити сприйняття здобувачами освіти технологій доповненої реальності як складової освітнього процесу природничих дисциплін, а також рівень мотиваційного впливу таких інструментів на навчальні досягнення. Результати відповідей підтвердили зростання інтересу до навчальних предметів, зручність подання складного матеріалу та підвищення активності учнів на уроках.

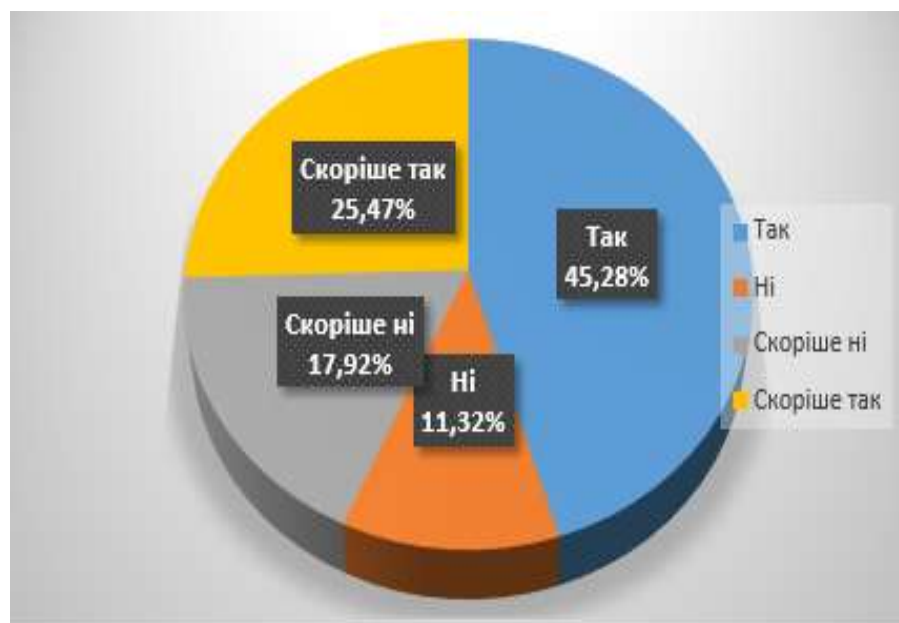


Рис. 3.7. Розподіл відповідей на запитання «Чи збільшився ваш інтерес до вивчення навчального предмету при використанні мобільного застосунку?»

На запитання «Чи збільшився ваш інтерес до вивчення навчального предмету при використанні мобільного застосунку?» 76,37% здобувачів освіти дають позитивну відповідь. На рисунку 3.7 задано розподіл відповідей на це питання.

Розподіл відповідей на одне й те саме запитання, відповідно до використаного методичного варіанту, показано в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Розподіл відповідей на запитання:

«Чи збільшився ваш інтерес до вивчення навчального предмету при використанні мобільного застосунку?» відповідно до використаних методичних варіантів.

	Так		Скоріше так		Скоріше ні		Ні		Me	Mo	IQR
	п	%	п	%	п	%	п	%			
Спосіб 1	20	38,46	12	23,08	11	21,15	9	17,31	3	4	2
Спосіб 2	28	51,85	15	27,78	8	14,81	3	5,56	4	4	1

У класах, де використовується методичний варіант 1, результати такі: 38,46% відповідь «Так», 23,08% - «Скоріше так», 21,15% - «Скоріше ні», 17,31% - «Ні». Значення медіани і міжквартильний діапазон ($Me=3$; $IQR=2$) показав розбіжність думок між здобувачами освіти, тому це не можна стверджувати, що існує сильна позитивна думка щодо цього питання. 51,85% респондентів, які використовували методичний варіант 2 дають відповідь «Так», 27,78% - «Скоріше так», 14,81% - «Скоріше ні» та 5,56% - «Ні». Серед цих учнів існує консенсус щодо того, що мобільний застосунок стимулює їхній інтерес до навчального матеріалу ($Me = 4$; $IQR = 1$).

Точний критерій Фішера використовується для того, щоб визначити, чи вплинув методичний варіант на відповіді на запитання «Чи збільшився ваш інтерес до вивчення предмету при використанні мобільного застосунку?». Значення p (0,867) більше, ніж рівень α (0,05). Цей результат вказує, що немає статистично значущого зв'язку між методичним варіантом і ставленням здобувачів освіти до цього питання.

На запитання «Чи став навчальний матеріал більш зрозумілим з використанням мобільного застосунку?» 71,70% здобувачів освіти дають позитивну відповідь. На рисунку 3.8 задано розподіл відповіді на це питання.

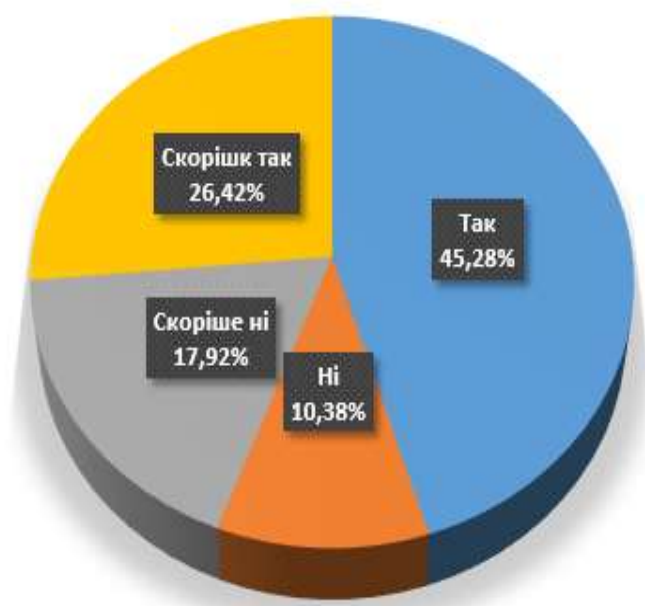


Рис. 3.8. Розподіл відповідей на запитання «Чи став навчальний матеріал більш зрозумілим з використанням мобільного застосунку?»

Розподіл відповідей на одне й те саме запитання, відповідно до використаного методичного варіанту показано в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2.

Розподіл відповідей на запитання «Чи став навчальний матеріал більш зрозумілим з використанням мобільного застосунку?», відповідно до використаного методичного варіанту

	Так		Скоріше так		Скоріше ні		Ні		Me	Mo	IQ R
	n	%	n	%	n	%	n	%			
Спосіб 1	20	40,38	13	26,92	9	19,23	6	13,46	3	4	2
Спосіб 2	27	50,00	13	25,93	8	16,67	4	7,41	3,5	4	1

Найчастішою відповіддю на це питання є «Так» ($Mo = 4$). У класах, де методичний варіант Використано 1, результати такі: 40,38% - «Так», 26,92% - «Скоріше так», 19,23% - «Скоріше ні», 13,46% - «Ні». Значення медіани та

міжквартильного діапазону ($Me = 3$; $IQR = 2$) демонструють відсутність консенсусу з цього питання. Учні, котрі використовували методичний варіант 2, одностайні в тому, що мобільний застосунок допомагає їм краще зрозуміти навчальний зміст ($Me = 3,5$, $IQR = 1$).

З них 50,00% відповідають «Так», 25,93% - «Скоріше так», 16,67% - «Скоріше ні» і 7,41% - «Ні». Значення p для точного критерію Фішера становить 0,409 ($p > 0,05$), що показує відсутність статистично значущий зв'язок між використаним методичним варіантом і ставленням здобувачів освіти до твердження, що пропонується нами мобільний застосунок допомагає їм краще зрозуміти навчальний зміст.

На шосте питання «Чи хотіли б ви, щоб мобільний застосунок частіше використовували на уроках природничих наук?» 72,64% здобувачів освіти дають позитивну відповідь. Свою позицію пояснили 76,41% опитаних здобувачів освіти. Найпоширеніші позитивні відповіді: «Уроки цікавіші», «Я зміг/змогла побачити речі, які неможливо пояснити, «Легше запам'ятати, і якщо ви пропустили щось, то ви можете побачити це знову».

В якості основного аргументу проти використання мобільного застосунку в класі учні надали свою перевагу традиційному методу навчання: «легше зрозуміти, коли вчитель пояснює це в класі».

Останні два питання з анкети використовуються для визначення найбільш адекватної кількості спостереження, щоб досягти бажаної дидактичної мети.

На запитання «Скільки разів Ви переглядали мультимедійні ресурси у мобільному застосунку?» 36,79% відповідей «Один раз», 46,23% - «Двічі» і 16,98% - «3 і більше разів». Розподіл відповідей, відповідно до використаного методичного варіанту, наведено на рисунку 3.9.



Рис 3.9. Розподіл відповідей на запитання «Скільки разів ви дивилися мультимедійні ресурси у мобільному застосунку?», відповідно до використаного методичного варіанту

На останнє запитання «Чи вистачило цієї кількості, щоб відповісти на запитання вчителя чи завершити завдання в зошиті?» 92,45% дають позитивну відповідь. На рисунку 3.10 показано розподіл відповідей на це питання.

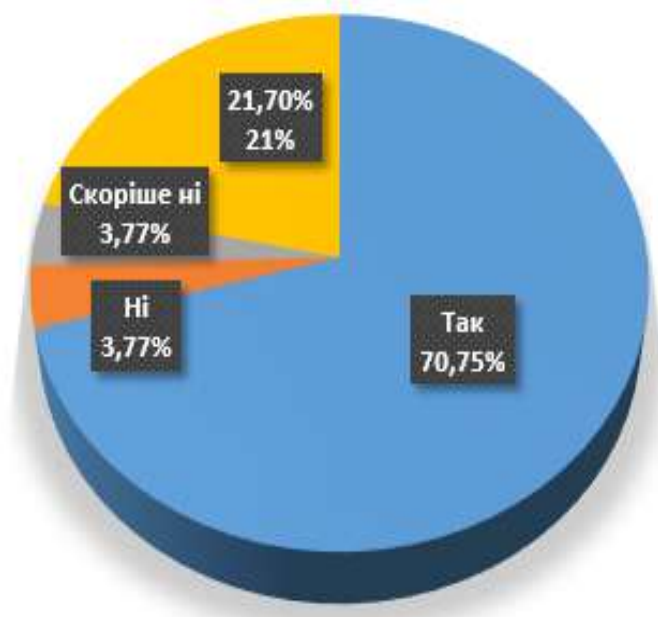


Рис. 3.10. Розподіл відповідей на запитання «Чи достатньо було цієї кількості для відповіді на запитання вчителя чи виконати завдання в зошиті?»

Отримані результати свідчать про відсутність статистично значущого зв'язку між кількістю спостережень і відповідями здобувачів освіти на відповідне запитання ($p = 0,369$; $p > 0,05$, точний критерій Фішера). Це дозволяє зробити висновок, що відповіді респондентів, імовірно, формувалися під впливом суб'єктивних чинників або загального ставлення до використання мобільного застосунку студентами-практикантами під час навчальних занять.

У ході дослідницької роботи було проаналізовано сильні та слабкі сторони кожного з використаних методичних варіантів організації освітнього процесу.

Методичний варіант 1

Переваги:

1. Наближеність до традиційної моделі проведення уроку, яка є звичною для вчителів та учнів.

Недоліки:

1. Надмірна кількість навчальних матеріалів на уроці створює додаткове навантаження як для учнів, так і для вчителя.

2. Не всі учні встигли повністю переглянути мультимедійний контент. Причинами цього стали:

- різна швидкість завантаження матеріалів на різних пристроях;
- індивідуальні темпи роботи окремих учнів.

Аналізуючи результати рекомендуємо в межах одного уроку доцільно обмежитися одним, максимум двома мультимедійними ресурсами мобільного застосунку.

Методичний варіант 2

Переваги:

1. Вища активність учнів – кожен самостійно опрацьовує матеріал і виконує завдання.

2. Учні працюють у власному темпі, що відповідає сучасним принципам індивідуалізації навчання.

3. На уроці панує спокійна та продуктивна атмосфера.

Недоліки:

1. Відсутність сформованих навичок самостійної роботи з цифровими ресурсами у частини учнів дещо знижує ефективність.

Рекомендація: доцільним є попереднє навчання учнів роботі з електронними матеріалами, розвиток навичок інформаційного пошуку.

Узагальнені висновки за результатами анкетування та спостережень:

- Роль учителя у контексті використання навчально-інформаційного середовища значно ускладняється та розширюється. Він має:
 - інвестувати додатковий час у добір мультимедійних ресурсів;
 - гнучко адаптувати темп навчання залежно від потреб класу;
 - формувати в учнів навички ефективної роботи з різними цифровими форматами;
 - володіти високим рівнем цифрової компетентності для впевненої роботи з ІКТ.
- Застосування мобільних пристроїв не впливає негативно на дисципліну та не відволікає учнів.
- Смартфони є зручним інструментом, який не потребує тривалої підготовки для інтеграції у навчальний процес.
- Розроблене навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет фізики» отримало позитивні оцінки з боку учнів, зокрема щодо зручності, доступності інтерфейсу та інтуїтивної навігації.
- Використання віртуального кабінету стимулює пізнавальний інтерес учнів і сприяє підвищенню їхньої активності на уроках фізики.

Результати експериментального дослідження засвідчили загалом позитивне сприйняття здобувачами освіти мобільного застосунку «Віртуальний кабінет» під час освітнього процесу. Здобувачі освіти відзначали цікавість, зручність і змістовність уроків, під час яких використовувався мобільний застосунок. Такий формат взаємодії з навчальним матеріалом сприяє формуванню стійкого пізнавального інтересу,

активізує інтелектуальну діяльність, підвищує внутрішню мотивацію до вивчення природничих дисциплін.

Таким чином, технологія впровадження «Віртуального кабінету» може розглядатися як перспективний дидактичний інструмент, що суттєво підвищує якість навчального процесу в закладах загальної середньої освіти та сприяє оновленню змісту і форм природничої освіти відповідно до вимог Нової української школи.

Висновки до розділу 3

Застосування мобільного застосунку «Віртуального кабінету» дозволяє побудувати освітній процес із високим рівнем інтерактивності та комунікації, зберігаючи основні риси традиційного уроку. З'ясовано, що ефективне впровадження цифрових рішень у шкільну практику потребує підвищення рівня ІКТ-компетентності педагогів, зокрема вчителів природничих дисциплін. Це актуалізує необхідність теоретичного обґрунтування критеріїв і технологій оцінювання цифрової готовності вчителя до використання віртуального навчального середовища у закладах загальної середньої освіти.

Концептуальні основи дослідження спираються на розуміння навчального мобільного застосунку як цілісної системи, створеної із залученням хмарних сервісів, що забезпечують мобільність, колаборацію, оперативний обмін інформацією між учасниками освітнього процесу. Така технологія сприяє ефективному досягненню навчальних результатів, формуванню цифрової культури та розвитку ключових компетентностей учасників освітнього процесу.

У сучасних умовах розв'язання освітніх суперечностей можливе лише за умови розроблення та впровадження науково обґрунтованої методики проєктування й застосування віртуального кабінету у процесі навчання. Хмароорієнтовані платформи, які дедалі ширше використовуються педагогічною спільнотою, створюють сприятливі умови для формування культури цифрової взаємодії, самоосвіти та професійного розвитку вчителя

предметника. Упровадження мобільного застосунку мотивує майбутніх педагогів до постійного пошуку нових форм і методів організації навчального процесу з використанням інформаційно-комунікаційних технологій, сприяючи розвитку професійної мобільності, творчості та здатності до педагогічного новаторства.

ВИСНОВКИ

Дисертаційна робота присвячена дослідженню однієї з актуальних проблем сучасної педагогіки – підготовці майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі. В умовах активної цифровізації освіти та необхідності адаптації педагогічної діяльності до викликів інформаційного суспільства ця проблема набуває особливої ваги. Здобувачем здійснено ґрунтовний теоретичний аналіз наукових підходів, розроблено модель підготовки майбутніх вчителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних застосунків в освітньому процесі.

У результаті дослідження було досягнуто наступних ключових наукових результатів:

1. Розкрито сутність та зміст поняття цифрової компетентності вчителя природничих дисциплін, визначено її структурні компоненти, включаючи інформаційно-комунікаційну, методичну, проєктну, аналітичну та рефлексивну складові. Обґрунтовано необхідність інтеграції цифрових технологій в систему професійної підготовки педагогів з метою забезпечення їхньої здатності створювати та використовувати мобільні застосунки відповідно до дидактичних цілей.

2. Створено й науково обґрунтовано авторську модель підготовки майбутніх учителів до розробки та педагогічно доцільного використання мобільних застосунків. Модель побудована на основі поєднання компетентнісного, діяльнісного, інноваційного та особистісно орієнтованого підходів. Її реалізація дозволяє сформувати у майбутніх педагогів цілісну систему знань, умінь і ставлень, необхідних для ефективної цифрової діяльності.

3. Розроблено методику навчання студентів педагогічних спеціальностей створенню та використанню мобільних застосунків. Методика охоплює цілісний цикл освітньої діяльності: від аналізу освітніх потреб і формулювання завдань – до розробки контенту, тестування, рефлексії та

вдосконалення цифрового продукту. Враховано особливості природничих дисциплін, педагогічну доцільність цифрових засобів, вимоги до інтерфейсу та зручності використання застосунків.

4. Створено інноваційний навчальний мобільний застосунок «Віртуальний кабінет природничих дисциплін», який пройшов апробацію в умовах педагогічного експерименту. У застосунку реалізовано сучасні принципи мобільного навчання: мультимедійність, інтерактивність, доступність, автономність, що забезпечує його ефективне використання як у формальній, так і в неформальній освіті.

5. Проведено педагогічний експеримент з метою перевірки ефективності розробленої моделі та методики. У ході експерименту зафіксовано достовірне зростання показників цифрової та методичної компетентностей у студентів експериментальної групи. Результати свідчать про дієвість запропонованих педагогічних рішень у формуванні професійної готовності до роботи в умовах цифрового освітнього середовища.

6. Обґрунтовано педагогічні умови, що забезпечують ефективність підготовки майбутніх учителів до цифрової діяльності: створення інформаційно-освітнього середовища, міждисциплінарний підхід до навчання, підтримка творчої ініціативи, організація рефлексивної практики, супровід з боку наставників, залучення до реального досвіду цифрової розробки.

7. Сформульовано практичні рекомендації для закладів вищої педагогічної освіти, спрямовані на удосконалення освітніх програм у напрямі інтеграції мобільних технологій у підготовку майбутніх учителів природничих дисциплін. Запропоновано структуру навчального модуля, орієнтованого на формування проєктних та цифрових компетентностей.

Таким чином, дисертаційне дослідження має значну наукову новизну, теоретичну глибину та високу практичну значущість. Його результати можуть бути ефективно використані у процесі модернізації педагогічної освіти, впровадження інноваційних цифрових інструментів у навчання природничих

дисциплін та підвищення якості підготовки майбутніх учителів до професійної діяльності в умовах цифрового суспільства.

Отримані результати не лише розширюють науково-методичну базу підготовки майбутніх учителів до цифрової професійної діяльності, але й відкривають нові можливості для інтеграції інноваційних мобільних технологій у навчально-виховний процес. Створена модель підготовки та мобільний застосунок є дієвими інструментами для забезпечення безперервності та доступності навчання природничих дисциплін.

Результати дослідження можуть бути ефективно використані при розробці програм бакалаврату та магістратури, в системі підвищення кваліфікації педагогічних працівників, у діяльності науково-методичних центрів, а також у практиці викладання природничих дисциплін у закладах загальної середньої освіти. Здобуті теоретичні і практичні напрацювання мають перспективу подальшого розвитку, зокрема через розширення функціональності цифрових засобів навчання, впровадження адаптивних технологій навчання, індивідуалізації навчання.

Таким чином, дана дисертаційна робота становить цінний внесок у розвиток теорії та практики цифрової педагогіки, сприяє підвищенню якості професійної підготовки педагогів та відповідає сучасним вимогам освітньої політики України в умовах цифрової трансформації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Impacts of digital technologies on education and factors influencing schools' digital capacity and transformation: A literature review / Timotheou, S., Miliou, O., Dimitriadis, Y. et al. *Educ Inf Technol*. 2023. Vol. 28. Pp. 6695–6726. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11431-8/>
2. Іваненко О., Сидоренко М. Використання цифрових платформ у навчальному процесі: переваги та виклики. *Освітній вісник України*. 2021. № 3(5). С. 45–56.
3. Петрова Л. Формування цифрової компетентності майбутніх учителів у контексті сучасних освітніх тенденцій. *Наукові записки педагогічного факультету*. 2020. Вип 4(2). С. 78–90.
4. Ferrari A. Digital Competence in Education. *JRC Scientific and Policy Reports*. 2013. 45 p.
5. Vuorikari R., Punie Y., Carretero S., Van den Brande, G. DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Publications Office of the European Union. 2016. 40 p.
6. Koehler M. J., Mishra P. What is technological pedagogical content knowledge? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*. 2009. Vol. 9(1). Pp. 60–70.
7. Smith J., Brown K. Digital Teaching Environments in Higher Education: Best Practices and Challenges. *International Journal of Educational Technology*. 2022. Vol. 7(1). Pp. 23–35.
8. Hämäläinen R., Kiili C., Lehtinen E. The Role of Digital Tools in Educational Transformation. *Computers & Education*, 2021. Vol. 167. 104185.
9. Redecker C., Punie Y. European Framework for the Digital Competence of Educators. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 93 p. Режим доступу: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107466>
10. Howard S. K., Tondeur J., Siddiq F. Teacher educators' digital competence. *Computers in Human Behavior*. 2018. Vol. 89. Pp. 62–72.

11. Teo T., Milutinović V., Zhou M. Modelling teachers' acceptance of digital learning. *Educational Technology & Society*. 2019. Vol. 22(3). Pp. 73–84.
12. Schmid M., Goertz M., Behrmann L. Self-regulated learning in digital education. *Educational Review*, 2021. Vol. 73(4). Pp. 513–529.
13. Kumar S., Vigil K. Preparing Teachers for Digital Learning Environments. *Educational Technology Review*. 2020. Vol. 28(2). Pp. 33–45.
14. Laurillard D. Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology. Routledge. 2013
15. Moore J. L., Dickson-Deane C., Galyen K. E-learning, online learning, and distance learning environments: are they the same? *Internet High Educ.* 2011. Vol. 14(2). Pp. 129–35. Режим доступа: <https://doi.org/10.1016/J.IHEDUC.2010.10.001>.
16. Kumar Basak S., Wotto M., Bélanger P. E-learning, M-learning and D-learning: Conceptual definition and comparative analysis. *E-Learning and Digital Media*. 2018. Vol. 15(4). Pp. 191–216. Режим доступа: <https://doi.org/10.1177/2042753018785180>
17. Komljenovic J., Williamson B. The digital university in the global marketplace of higher education. *European University Information Systems. In EUNIS Proceedings*. 2017. Pp. 125–132. Режим доступа: https://www.eunis.org/download/2017/EUNIS_2017_paper_16.pdf
18. Kümmel E., Moskaliuk J., Cress U., Kimmerle J. Digital Learning Environments in Higher Education: A Literature Review of the Role of Individual vs. Social Settings for Measuring Learning Outcomes. *Educ. Sci.* 2020. Vol. 10, 78p. Режим доступа: <https://doi.org/10.3390/educsci10030078>
19. Singh V., Thurman A. How Many Ways Can We Define Online Learning? A Systematic Literature Review of Definitions of Online Learning (1988-2018). *American Journal of Distance Education*. 2019. Vol. 33(4). Pp. 289–306. Режим доступа: <https://doi.org/10.1080/08923647.2019.1663082>
20. Renya J. Digital Teaching and Learning Ecosystem (DTLE): A Theoretical Approach for Online Learning Environments. Changing Demands,

Changing Directions. Proceedings ascilite Hobart 2011 / eds. G. Williams, P. Statham, N. Brown B. Cleland. 2011. Pp. 1083-1088. Режим доступу: <https://www.ascilite.org/conferences/hobart11/downloads/papers/Reyna-concise.pdf>

21. Laurillard D. *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. London: Routledge, 2013. 274 p.

22. Redecker C., Punie Y. *European Framework for the Digital Competence of Educators*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017. 72 p.

23. Биков В. Ю. Інноваційні інструменти та перспективні напрями інформатизації освіти. *Інформаційно-комунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи: третя міжнародна науково-практична конференція*. Львів. 2012. Ч 1. С. 14–26.

24. Терещук С.І. Технологія мобільного навчання: переваги та недоліки. *Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології»*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. С. 180-183. Режим доступу: <https://surl.li/rmgqqc>.

25. Mor Y., Craft B., Maina M. *The art and science of learning design*. Rotterdam: Sense Publishers, 2015. 300 p.

26. Женченко М. Видавничо-педагогічний підхід до проблеми типологізації електронних освітніх ресурсів. *Поліграфія і видавнича справа*. 2020. № 1 (79). С. 121-141.

27. Caena F., Redecker C. *Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (DigCompEdu)* // *European Journal of Education*. 2019. Vol. 54, № 3. Pp. 356–369. Режим доступу: <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>

28. Laurillard D. A. *Framework for the Effective Use of Educational Technology*. Rethinking University Teaching: 2nd ed. London: Routledge. 2013. 288 p.

29. Gura M. *The Edtech Advocate's Guide to Leading Change in Schools*. OR: ISTE, 2020. 176 p.
30. Bates T. *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. 2nd ed. Burnaby, B.C.: BCcampus. 2019. 525 p.
31. Salmon G. *E-tivities: The Key to Active Online Learning*. 2nd ed. London: Routledge. 2020. 248 p.
32. Перезовова І., Бабенко В., Криховецька З., Попадинець І. Оцінка соціальної ефективності досліджень вищих навчальних закладів на основі цілісного підходу. *E3S Web Conf. The International Conference on Sustainable Futures: Environmental, Technological, Social and Economic Matters (ICSF 2020)*. 2020. Vol. 166. 13022.
33. Гриценчук О. О. Цифрове освітнє середовище як засіб підвищення якості освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2021. Т. 85, № 3. С. 23–34.
34. Морзе Н. В. Цифрова трансформація освіти: теоретичні аспекти та практика впровадження : монографія. Київ: Видавництво «Освіта України». 2022. 215 с.
35. Кухаренко В. М. Теорія та практика створення цифрового навчального середовища : монографія. Харків : Вид-во ХНАДУ. 2020. 340 с.
36. Толмач М. Цифрові технології в освіті: можливості й тенденції застосування. *Цифрова платформа: інформаційні технології в соціокультурній сфері*. 2021. № 4(2) С. 159–171. Режим доступу: <https://doi.org/10.31866/2617-796X.4.2.2021.247474>
37. Цифрові технології в освіті: сучасний досвід, проблеми та перспективи : монографія / за заг. ред. Т. А. Васильєвої, Ю. М. Петрушенка. Суми: Сумський державний університет, 2022. 150 с.
38. Струтинська О. В. Особливості сучасного покоління учнів і студентів в умовах розвитку цифрового суспільства *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету*. 2020. № 9. С. 145–160. Режим доступу: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2020.9.12>

39. Гораш І. Формування цифрової компетентності майбутніх учителів у процесі професійної підготовки. Фізико-математична освіта: науковий журнал. 2020. № 3(1). С. 86–91. Режим доступу: [https://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=20&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=fmo_2020_3\(1\)_17](https://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21STN=1&S21REF=10&S21CNR=20&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=fmo_2020_3(1)_17)
40. Струтинська О.В. Цифрові навички і цифрова компетентність: зарубіжний досвід країн ЄС і перспективи для України. Фізико-математична освіта. 2020. Випуск 3(25). Частина 1. С. 94-102.
41. Soroko N. V. Methodology for Teachers' Digital Competence Developing through the Use of the STEAM-oriented Learning Environment. *Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. Proceedings of the 16th International Conference on. 2020. Pp. 1260–1271. Режим доступу: <https://ceur-ws.org/Vol-2732/20201260.pdf>
42. Krumsvik R. J. Situated learning and teachers' digital competence. *Educ Inf Technol*. 2008. Vol. 13. Pp. 279–290. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10639-008-9069-5>
43. Амхаг Л., Хеллстрьом Л., Стігмар М. Використання викладачами цифрових інструментів і потреби в цифровій компетентності у вищій освіті. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*. 2019. Vol. 35 (4). Pp. 203–220. Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/21532974.2019.1646169>
44. Струтинська О. В., Умрик М. А. Сучасні освітні тренди в умовах розвитку цифрового суспільства. *Інформаційно-комунікаційні технології в освіті*. 2020. № 26. С. 201–205.
45. Малишевська І. В. Гендерні аспекти формування інформаційно-цифрової компетентності майбутніх учителів. *Вісник ХНПУ*. 2019. Вип. 3. С. 45–53.

46. Вербовецький Д. І., Олексюк В. В. Використання елементів гейміфікації для розвитку цифрової компетентності бакалаврів інформатики. *Інформаційні технології в освіті*. 2021. № 2 (48). С. 78–86.
47. Khaddage F., Lattemann C., Acosta Díaz L. (Eds.). *Mobile Learning in Higher Education in the Asia-Pacific Region*. Cham: Springer. 2017. 239 p.
48. Модло Є. О., Єчкало Ю. В., Семеріков С. О., Ткачук В. В. Використання технології доповненої реальності у мобільно орієнтованому середовищі навчання ВНЗ. *Наукові записки. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. 2017. Вип. 11, Ч 1. С. 93–100.
49. Семеріков С. О., Стрюк М. І., Моїсеєнко Н. В. Мобільне навчання: історико-технологічний вимір. 2012. С. 188–242. Режим доступу: <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/704054>
50. Гриценко В. І. Мобільне інформаційно-освітнє середовище вищого навчального закладу. Монографія. Київ: Центр учбової літератури, 2015. 224 с.
51. Банак Р. Д., Єфименко В. В. Навчальний мобільний застосунок для забезпечення освітнього процесу. «Віртуальний кабінет фізики». *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Вип. 212. Березень. 2024. С. 160-165. Режим доступу: <https://doi.org/10.36550/2415-7988-2024-1-212-160-165>
52. Мацюк В.М., Приймак І.М. Мобільні технології як засіб навчання на уроках фізики. *Збірник тез доповідей III Міжнародної науково-практичної конференції «Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи», 26-27 травня 2022 року*. Тернопіль, 2022. С.221-223
53. Nielsen J. Heuristic evaluation. *Usability Insp. Methods*. 1994. No. April. Pp. 249–256.
54. Vavoula G., Sharples M. Meeting the Challenges in Evaluating Mobile Learning. *Int. J. Mob. Blended Learn*. 2009. Vol. 1, No. 2. Pp. 54–75.
55. Alshehri F., Freeman M. Methods of usability evaluations of mobile devices. *Australasian Conference on Information Systems*. 2012 Pp. 1–10.

56. Salgado A. de L., Freire A. P. Heuristic Evaluation of Mobile Usability: A Mapping Study. 2014. Pp. 178–188.
57. Bertini E., Gabrielli S., Kimani S. Appropriating and Assessing Heuristics for Mobile Computing. *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI'06)*. 2006. Pp. 119–126.
58. Kim H. J., Choi J. K., Ji Y. Usability evaluation framework for ubiquitous computing device. *2008 Third Int. Conf. Conver. Hybrid Inf. Technol.* 2008. Vol. 1. Pp. 164–170.
59. Cota C. X. N., Díaz A. I. M., Duque M. Á. R. Developing a framework to evaluate usability in m-learning systems. *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality - TEEM '14*, 2014. Pp. 357–364.
60. Терещук С.І. Технологія мобільного навчання: проблеми та шляхи вирішення. Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. 2016. Вип. 138. С. 178-180.
61. Nordin, N., Embi, M. A., & Yunus, M. M. (2010). *Mobile Learning Framework for Lifelong Learning*. In *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 7, 2010. Pp. 130–138. Режим доступу: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.10.019>
62. Park Y. A pedagogical framework for mobile learning: categorising educational applications of mobile technologies into four types. *Perspectives on open and distance learning: increasing access through mobile learning*. 2014. Pp. 27–48.
63. Naismith L., Lonsdale P., Vavoula G., Sharples M., Literature Review 108 in *Mobile Technologies and Learning Literature Review in Mobile Technologies and Learning. Educ. Technol.* 2004. Vol. 11 Pp. 1–25.
64. Goodyear P., Retalis S. *Technology-Enhanced Learning: Design Patterns and Pattern Languages*. Rotterdam: Sense Publishers, 2010. 250 p.
65. Koole M. L. A Model for Framing Mobile Learning. *Mob. Learn. Transform. Deliv. Educ. Train.* 2009. P. 39.

66. Alshehri F., Freeman M. Methods of usability evaluations of mobile devices. *Australasian Conference on Information Systems*. 2012 Pp. 1–10.
67. Park Y. A Pedagogical Framework for Mobile Learning: Categorizing Educational Applications of Mobile Technologies into Four Types. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 12(2), 2011. Pp. 78–102.
Режим доступа: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ920735.pdf>
68. Wang S and Dey S Adaptive mobile cloud computing to enable rich mobile multimedia applications. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2013. Pp 1-14.
69. Capretz L.F. “Clues of software engineers’ learning styles”, *International Journal of Computing & Information Sciences*, vol. 4, No 1, 2006. Pp 46-49.
70. Lindroth T., Nilsson S. Contextual Usability Rigour meets relevance when usability goes mobile. *Proc. 24th ISR Semin. Scand.* 2001. Pp. 641–654.
71. Marc-Olivier K., Riviere, N., Matthieu R. Experimental Evaluation of Ubiquitous Mobile Systems. *Conference: Proc. of UbiComp, Workshop on Ubiquitous Systems Evaluation (USE)*. 2007. Pp. 283-287. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/234720410_Experimental_Evaluation_of_Ubiquitous_Mobile_Systems
72. ISO 9241-210:2010(en). Ergonomics of human-system interaction – Part 210: Human-centred design for interactive systems. Режим доступа: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-210:ed-1:v1:en>.
73. Sharp H., Rogers Y. Preece J. Interaction Design: Beyond Human–Computer Interaction. 5th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2019. 656 p.
74. Bertini E., Dix A. Appropriating Heuristic Evaluation for Mobile Computing. 2009. Vol. 1, No. March. Pp. 2002–2004.
75. Vlachogianni, P.; Tselios, N. Perceived usability evaluation of educational technology using the System Usability Scale (SUS): A systematic review. *J. Res. Technol. Educ*, 54. 2022. Pp. 392–409.
76. Report: Google Play’s App Store And Developer Community Grew Faster Than Apple’s In 2014 [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<http://techcrunch.com/2015/01/13/google-plays-app-store-and-developercommunity-grew-faster-than-apples-in-2014/>

77. Полякова Аліна. TikTok, WhatsApp та Among Us. Які додатки є майже в кожному смартфоні. [Електронний ресурс]/ Режим доступу: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/03/11/671827/>: <https://www.epravda.com.ua/publications/2021/03/11/671827/>

78. “Data formats - Patterns - Google design guidelines.” [Електронний ресурс] Режим доступу: <https://www.google.com/design/spec/patterns/data-formats.html>.

79. “First Impressions Matter! 26% of Apps Downloaded in 2010 Were Used Just Once Reuters. Режим доступу: <https://reuters.com/article/2011/01/31/idUS202184+31-Jan-2011+BW20110131>

80. Mobile Statistics, “Mobile Apps: What Consumers Really Need and Want - A Global Study of Consumers’ Expectations and Experiences of Mobile Applications,” 2012. Pp. 1–18.

81. Nielsen J. How to Conduct a Heuristic Evaluation. *Useitcom*. 2002. Pp. 1–11

82. Barab S. A., Squire K. D., Dueber W. A co-evolutionay model for supporting the emergence of authenticity. *Educ. Train. Dev.* 2000. Vol. 48, No. 2, Pp. 37–62.

83. Barkhuus L. Dey A. Is context-aware computing taking control away from the user? Three levels of interactivity examined. *Ubicomp 2003 Ubiquitous Comput.* 2003. Vol. 2864. Pp. 149–156.

84. “Learning Concepts - Sequence of Instruction.” Режим доступу: <http://instructionaldesign.org/concepts/sequence-instruction.html>.

85. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cogn. Sci.* 1988. Vol. 12, No. 2. Pp. 257–285.

86. “Instructional Design Strategy for Achieving Alignment - eLearning Industry.” Режим доступу: <http://elearningindustry.com/instructionaldesign-strategy-for-achieving-alignment>.

87. “Course Alignment: Instructional Design.” Режим доступу: <https://canvas.instructure.com/courses/803402/pages/course-alignment>.
88. Helge Fredheim. Why User Experience Cannot Be Designed – Smashing Magazine. Режим доступу: <http://www.smashingmagazine.com/2011/03/why-user-experience-cannotbe-designed/>
89. Lallemand C., Gronier G., Koenig V. User experience: A concept without consensus? Exploring practitioners’ perspectives through an international survey. *Comput. Human Behav.* 2015. Vol. 43. Pp. 35–48.
90. Parsons D., Ryu H., Cranshaw M. A Design Requirements Framework for Mobile Learning Environments, *J. Comput.* 2007. Vol. 2, No. 4, Pp. 1–8.
91. Bilyk V., Banak R., Bardadym, O., Sokal M., Anichkina O. Introduction of interactive teaching methods in modern schools. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación.* 2023. Vol. 17, No. 2. Pp. 199–209. Режим доступу: <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.17>
92. Merrill M. D. First Principles of Instruction: Identifying and Designing Effective, Efficient and Engaging Instruction. San Francisco: Pfeiffer, 2013. 368 p.
93. The Power of Visual Communication. Режим доступу: <http://billiondollargraphics.com/infographics.html>.
94. Squire K. Video games in education. *Int. J. Intell. Simulations Gaming*, 2003. Vol. 2, No. 1. Pp. 49–62.
95. Банак Р. Д. Віртуалізація навчального процесу з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі.* 2019. № 4 (145). С. 37-40.
96. Концепція «Нова українська школа» [Електронний ресурс]. – Київ: МОН України, 2018. – Режим доступу: <https://mon.gov.ua/ua/news/konceptciya-nova-ukrainska-shkola>
97. Левовицький Т. Професійна підготовка і праця вчителів: наукове видання. переклад з польської А. Івашко. Київ; Маріуполь: Видавництво Рената, 2011. 119 с.

98. Пустовіт Л. О. Словник іншомовних слів: 23000 слів та термінологічних словосполучень. Київ: Довіра, 2000. 782 с.
99. Мартиненко С. М. Система підготовки вчителя початкових класів до діагностичної діяльності: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Інститут педагогіки АПН України. Київ, 2009. 476 с.
100. Шапран, В. А. Інноваційні методи навчання у вищій школі. *Вища школа*. 2012. № 4. С. 25–32.
101. Берека В. Є. Фахова підготовка магістрів з менеджменту освіти: теорія і методика. Хмельницький: ХГПА, 2008. 482 с.
102. Хоружа Л. Л. Теоретичні засади формування етичної компетентності майбутніх учителів початкових класів: дис. ... д-ра пед. наук : 13.00.04. Інститут педагогіки АПН України. Київ, 2004. 412 с.
103. Сисоєва С. О. Методологія педагогічних досліджень. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2006. 252 с.
104. Сидоренко О. Теорія та практика моделювання в наукових дослідженнях. Київ: Наукова думка, 2010. 304 с.
105. Сидоренко В. В. Методологія і методи наукових досліджень: навчально-методичний посібник. Біла Церква: БІНПО, 2024. 150 с.
106. Садовий М. І. Системний підхід в освіті: теоретичні засади та практичне застосування. Київ: Вища школа, 2003. 271 с.
107. Філософський енциклопедичний словник / редкол. В. І. Шинкарук та ін.; НАН України, Інститут філософії імені Г. С. Сковороди. Київ: Абрис, 742 с.
108. Вергасов В. М. Активизация мыслительной деятельности студентов в высшей школе. Киев: Вища школа, 1979. 216 с.
109. Зязюн І. А. Інтелектуально-творчий розвиток особистості в умовах неперервної освіти. *Неперервна професійна освіта: проблеми, пошуки, перспективи* / ред. І. Я. Зязюн. Київ: Віпол, 2000. С. 11–57.
110. Сисоєва С. О. *Педагогічна творчість*. Харків, Київ: Каравела, 1998. 150 с.

111. Ничкало Н. Г. Развитие в Украине исследований по проблемам педагогики и психологии профессионального образования на рубеже столетий. Київ: Науковий світ. 2001. 67 с.
112. Spaas C. "Mental Health of Refugee and Non-refugee Migrant Young People in European Secondary Education: The Role of Family Separation, Daily Material Stress and Perceived Discrimination in Resettlement". Vol. 51. 2022. Pp. 848-870. Режим доступу: <https://doi.org/10.1007/s10964-021-01515-y>
113. Гончаренко С.У. Педагогічні закони, закономірності, принципи. Сучасне тлумачення. Рівне: Волинські обереги. 2012. 191 с.
114. Теплицький О. І., Соловйов В. М. Професійна підготовка майбутніх учителів природничо-математичних дисциплін засобами комп'ютерного моделювання. *Теорія та методика навчання фундаментальних дисциплін у вищій школі*. 2016. Вип. 8. С. 185–195.
115. Єрмаков І. Г. Професійна майстерність сучасного педагога: теоретичні основи та практичні підходи. Київ: Академвидав. 2008. 288 с.
116. Бекирова А. Р. Проблема формування професійної суб'єктності майбутніх учителів початкових класів: аксіологічний аспект. *Нові технології навчання*. 2016. Вип. 89. Ч. 1. С. 81–88.
117. Бондар В. І. Дидактичне забезпечення управління процесом навчання. *Освіта і управління*. 1997. № 2 С. 85–108.
118. Саух П. Ю. Творчий потенціал педагога: методологічні основи та шляхи розвитку. Житомир: Вид-во Житомирського державного університету, 2010. С. 115–120.
119. Кремень В. Г. Освіта і педагогічна творчість у ХХІ столітті. Київ: Грамота. 2005. 448 с.
120. Сисоєва С. О. Основи педагогічної творчості вчителя : підручник. Київ: Міленіум. 2006. — 346 с.
121. Гулай О. І. Професійна підготовка майбутніх фахівців будівельного профілю в умовах неперервної освіти : монографія. Луцьк: РВВ Луцького НТУ. 2015. 387 с.

122. Чобітько М. Г. Особистісно орієнтована професійна підготовка майбутнього вчителя: теоретико-методологічний аспект. Черкаси: Брама-Україна. 2006. 560 с.

123. Педагогіка вищої школи: навчальний посібник / З. Н. Курлянд, Р. І. Хмелюк, А. В. Семенова та ін., ред. З. Н. Курлянд. Київ: Знання, 2007. 495 с.

124. Пріма Р. М. Практико орієнтована спрямованість освітнього середовища підготовки професійно мобільного вчителя початкової школи. *Нові технології навчання*. 2016. Вип. 89. Ч. 1. С. 27–31.

125. Пріма Р. М. Професійно мобільний учитель: шляхи творчого зростання : методичні рекомендації студентам-практикантам (літня практика у дитячих оздоровчих таборах). Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2009. 80 с.

126. Чепелева Н. В. Мотивація діяльності та розвиток особистості: теоретичні основи. Київ: Ін-т психології ім. Г. С. Костюка АПН України, 2004. 328 с.

127. Чепелева Н. В., Рудницька С. Ю. Психологічна характеристика особистості, здатної до самопроектування. *Педагогіка і психологія*. 2018. № 1. С. 71–77.

128. Психологія вчителя: підручник / ред. В. Г. Кремень. Київ: Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2008. 384 с.

129. Підласий І. О. Вступ до психології: навчальний посібник. Київ: Академвидав, 2005. 360 с.

130. Коваль, Л. В., 2010. *Система професійної підготовки майбутніх учителів початкової школи до застосування загальнонавчальних технологій: автореф. дис. д-ра пед. наук: спеціальність 13.00.04 «Теорія і методика професійної освіти»*. – Київ: Інститут педагогіки АПН України. – 44 с.

131. Банак Р. Д. Організація навчання учнів з використанням Віртуального кабінету фізики. *Scientific discoveries: projects, strategies and development: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the*

International Scientific and Practical Conference (Vol.1), October 25, 2019. Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Pp. 108–111.

132. Шут М. І., Благодаренко Л. Ю. Підготовка вчителя фізики в Україні: як зберегти її в умовах кризи природничої освіти. *Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції «Науково-дослідна робота в системі підготовки фахівців-педагогів у природничій, технологічній і комп'ютерній галузях»*. Бердянськ, Україна: БДПУ. 2019. С. 15–17.

133. Шут М. І., Банак Р. Д. Особливості навчання фізики в закладах середньої освіти II ступеня. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*. 2019. Вип. 21. С. 45–51.

134. Сальник І.В. Віртуальне та реальне у навчальному фізичному експерименті старшої школи: теоретичні основи [монографія]. Кіровоград: ФО-П Александрова М.В.. 2015. 324 с.

135. Банак Р. Д. Організація навчання учнів з використанням віртуального кабінету фізики. *Scientific discoveries: projects, strategies and development: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol.1), October 25, 2019. Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Pp. 108–111.*

136. Банак Р. Упровадження навчально-інформаційного середовища «віртуальний кабінет фізики» у навчальний процес фізики закладу освіти II рівня *SWorldJournal*. 2020. Iss. 6, Part 4. Pp. 116–119.

137. Банак Р. Д. Застосування навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» для контролю рівня знань учнів з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №2 (143). С. 27-32.

138. Fernández-Batanero J. M., Montenegro-Rueda M., Fernandez-Cerero J., Garcia-Martinez I. Digital competences for teacher professional development: Systematic review. *European Journal of Teacher Education*. 2022. Vol. 45, Iss. 4. Pp. 513–531. Режим доступу: <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1827389>

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, у яких опубліковані основні наукові дослідження дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. Банак Р. Застосування навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» для контролю рівня знань учнів з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №2 (143). С. 27-32.
2. Банак Р. Концепція застосування електронного навчання у фізиці. *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка] Серія: Педагогічні науки*. 2019. Вип. 177, Ч. I. С. 26–30.
3. Банак Р. Віртуалізація навчального процесу з фізики. *Фізика та астрономія в рідній школі*. 2019. №4 (145). С. 37-40.
4. Шут М. І., Банак Р. Д. Особливості навчання фізики в закладах середньої освіти II ступеня. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 3: Фізика і математика у вищій і середній школі*. 2019. Вип. 21. С. 45–51.
5. Банак, Р. Д., Єфименко, В. В. Навчальний мобільний застосунок для забезпечення освітнього процесу. «Віртуальний кабінет фізики». *Наукові записки [Центральноукраїнського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка] Серія: Педагогічні науки*. 2024. Вип. 212. С. 160–165.

Публікація у виданні Web of science

6. Bilyk V., Banak R., Bardadym, O., Sokal M., Anichkina O. (2023). Introduction of interactive teaching methods in modern schools. *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*. 2023. Vol. 17, No. 2. Pp. 199–209. <https://doi.org/10.46502/issn.1856-7576/2023.17.02.17>

Публікації у наукових виданнях іноземних держав

7. Банак Р. Д. Організація навчання учнів з використанням віртуального кабінету фізики. *Scientific discoveries: projects, strategies and development: collection of scientific papers «ΛΟΓΟΣ» with Proceedings of the International Scientific and Practical Conference (Vol.1)*, October 25, 2019. Edinburgh, UK: European Scientific Platform. Pp. 108–111.

8. Банак Р. Д. Упровадження навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» у навчальний процес фізики закладу освіти II рівня. *SWorldJournal*. 2020. Iss. 6, Part 4. Pp. 116–119.
<https://www.sworldjournal.com/index.php/swj/article/view/swj06-04-087/757>

9. Банак Р. Д. Навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет фізики» як результат цифрової компетентності вчителя. *Scientific Collection «InterConf»*, (35): with the Proceedings of the 1st International Scientific and Practical Conference «Experimental and Theoretical Research in Modern Science» (November 16-18, 2020). Kishinev, Moldova: Giperion Editura, 2020. Pp. 151–154.

10. Банак Р. Використання навчально-інформаційного середовища «Віртуальний кабінет фізики» на уроках фізики. *SWorldJournal*. 2023. Iss. 18, Part 3. Pp. 22–30. <https://doi.org/10.30888/2663-5712.2023-18-03-022>

Наукові праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації

11. Банак Р. Цифрова розповідь як засіб дистанційного навчання у вивчення фізики в школі. *Проблеми інформатизації навчального процесу в закладах загальної середньої та вищої освіти*: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції, 09 жовтня. м. Київ 2018. Київ: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2018. С. 24-25.

12. Банак Р. Д. Інтелектуальний розвиток особистості у процесі навчання фізики. *Сучасний виховний процес: сутність та інноваційний потенціал*: матеріали звітної науково-практичної конференції Інституту

проблем виховання НАПН України за 2018 рік / за ред. І. Д. Беха, Р. В. Малиношевського]. Івано-Франківськ: НАІР, 2019. Вип. 7. С. 17–226.

13. Банак Р.Д. Віртуалізація навчання фізики. *Актуальні питання сучасної інформатики*: матеріали доповідей IV Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Сучасні інформаційні технології в освіті та науці» (07-08 листопада 2019 р.) / за заг. ред. Я. Б. Сікори. Житомир: Вид-во ЖДУ, 2019. Вип. 7. С. 8–11.

14. Банак Р. Створення навчально-інформаційного середовища як важливий чинник реалізації інституціональної стратегії інноваційності навчання у закладах середньої освіти. *Освіта і суспільство V: міжнародний збірник наукових праць* / під ред. Т. Несторенко, Р. Бернатової. Бердянський державний педагогічний університет. Ополє: видавництво Вищої школи управління і адміністрації в Ополє, Польща. 2020. С. 93–99.

15. Банак Р. Д. Інновації в освітньому процесі. *Професійний розвиток педагога*: збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції «Освіта і виховання в інформаційному суспільстві в умовах воєнного та повоєнного стану», м. Рівне, 28 квітня 2022 р. Рівне: Рівненський державний гуманітарний університет, 2022. С. 8-9.

16. Банак Р., Єфименко В. Особливості використання мобільних застосунків для проведення уроків з природничих дисциплін. *Збірник наукових праць Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасна наука та освіта: новітня соціокультурна проєкція»* / відп. ред. Т. Ю. Дудка. Київ, 2024. С. 22–25.

17. Банак Р.Д. Використання навчального мобільного застосунку вчителями природничих дисциплін під час освітнього процесу. *Теорія і практика використання інформаційних технологій в умовах цифрової трансформації освіти*: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції, 19 – 20 червня 2024 року м. Київ / упоряд. І. А. Твердохліб. Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2024. С. 11–13.

18. Банак Р. Д. Мобільний застосунок як інструмент формування дослідницьких компетентностей учнів на уроках природничих наук: досвід впровадження та перспективи розвитку. *Цифрова трансформація в освіті: виклики та перспективи*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції (15–16 квітня 2025 року, м. Київ) / упоряд.: І. А. Твердохліб, Є. В. Малюх Київ: Вид-во УДУ імені Михайла Драгоманова, 2025. С. 115–117.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Модуль 3. Проєктування та застосування мобільного застосунку в освітньому процесі

в межах курсу «Цифрові освітні технології» (90 годин, 3 кредити ЄКТС)

Розподіл навчальних годин за модулем 3 і видами занять

№	Теми модуля 3	Денна форма				Заочна форма			
		Разом	Лекції	Лабораторні	СРС	Разом	Лекції	Лабораторні	СРС
1	Педагогічні та технічні вимоги до мобільних застосунків у навчальному процесі	4	1	1	2	4	1	1	2
2	Процес проєктування: від ідеї до прототипу (UX/UI, user-centered design)	6	2	2	2	6	1	1	4
3	Інструменти та платформи для створення мобільних застосунків (no-code, code-based, гібридні)	6	2	1	3	6	1	1	4
4	Інтеграція мобільного застосунку у урок: сценарії, методики, кейси	4	1	1	2	4	1		3
5	Збір і аналіз даних: оцінювання ефективності та зворотній зв'язок від учнів	4	1	1	2	4	1	1	2
6	Підтримка та розвиток: оновлення, масштабування, колаборація з IT-фахівцями	4	1	1	2	4	1	1	2
	Всього модуль 3	28	6	8	14	28	6		14

Зміст навчального модуля 3 та короткі анотації тем

Тема 1. Педагогічні та технічні вимоги до мобільних застосунків

Визначення педагогічних цілей і навчальних результатів, які мають підтримуватися застосунком. Технічні характеристики: сумісність із поширеними ОС (Android, iOS), адаптивність під різні розміри екранів. Вимоги безпеки: захист персональних даних, шифрування каналів зв'язку, автентифікація користувачів. Юридичні аспекти: ліцензійні угоди, дотримання авторського права на контент. Доступність: інтерфейс для користувачів з особливими освітніми потребами (WCAG 2.1).

Тема 2. Процес проєктування дизайну (UX/UI)

Методології user-centered design: виявлення потреб і поведінкових патернів учнів. Розробка персон і сценаріїв використання (user personas, user stories). Створення wireframes і прототипів за допомогою Figma або Adobe XD. Проведення тестування юзабіліті: сценарії, збір зворотного зв'язку, аналіз показників ефективності. Ітеративний підхід: впровадження змін та повторне тестування.

Тема 3. Інструменти та платформи для створення мобільних застосунків

Огляд no-code середовищ (Thunkable, AppGyver): переваги та обмеження. Code-based рішення (Flutter, React Native): архітектура, модульність, продуктивність. Гібридні фреймворки (Ionic, Cordova): поєднання веб-технологій і рідних компонентів. Процес публікації в App Store та Google Play: підготовка метаданих, тестування сертифікації. Інструменти підтримки версій (Git), CI/CD для автоматизації збірки і тестування.

Тема 4. Інтеграція мобільного застосунку в урок

Розробка навчальних сценаріїв із застосуванням мобільного застосунку. Методики blended learning та flipped classroom з використанням

мобільного контенту. Приклади кейсів: віртуальні лабораторії, польові дослідження з геолокацією. Організація колективної роботи учнів через спільні завдання в застосунку. Оцінювання результатів роботи: цифрові рубіжні тести, аналітика активності.

Тема 5. Збір і аналіз даних: оцінювання ефективності та зворотній зв'язок

Визначення ключових метрик: час сесії, кількість виконаних завдань, успішність. Налаштування аналітики: Google Analytics for Firebase, події користувачів, funnel-аналіз. Опитувальники та регулярний збір фідбеку від учнів у застосунку. Методи візуалізації результатів: дашборди, графіки, звіти. Використання отриманих даних для корекції дизайну та функціоналу.

Тема 6. Підтримка та розвиток застосунку

Створення плану оновлень та випуск патчів для багів і нових функцій. Стратегія масштабування для збільшення кількості користувачів. Організація роботи з IT-службою та зовнішніми розробниками. Документування API та функціоналу для спільної роботи. Обмін досвідом: спільноти, хакатони, конференції для педагогів-розробників.

**Діагностична карта готовності до проєктування та використання
мобільних застосунків у своїй професійній діяльності**

Шановні педагоги!

З метою удосконалення освітнього процесу просимо Вас виступити як експерт й оцінити ступінь сформованості у Вас готовності до проєктування та використання мобільних застосунків на даний момент, необхідних вчителю природничих дисциплін для успішної реалізації своєї професійної діяльності. Для цього Вам необхідно дати відповідь на 30 запитань: виберіть варіант відповіді, що найбільш відповідає дійсності; намагайтеся максимально об'єктивно оцінити свої здібності.

Інструкція щодо заповнення:

1. Позначте в таблиці цифру від 1 до 4, що найкраще відображає Ваш рівень готовності за кожним твердженням:

1 – зовсім ні;

2 – частково ні;

3 – частково так;

4 – так.

2. Після заповнення проаналізуйте отримані результати, виокреміть сильні та слабкі складові Вашої професійної готовності.

3. За потреби оберіть напрями подальшого професійного розвитку та ресурсної підтримки.

№	Твердження	1	2	3	4
1	Я розумію основні етапи розробки навчального мобільного застосунку.				
2	Я знаю критерії педагогічної доцільності для вибору мобільного застосунку в природничих дисциплінах.				
3	Я вмію аналізувати наявні рішення (Phyphox, GeoGebra, Stellarium тощо) та обирати найвідповідніші для своїх уроків.				
4	Я володію навичками створення простих прототипів інтерфейсу мобільного застосунку (макети екранів, сценарії використання).				

№	Твердження	1	2	3	4
5	Я вмію формулювати чіткі навчальні цілі, які можуть бути реалізовані за допомогою мобільного застосунку.				
6	Я знаю, як організувати механіку взаємодії учнів із мобільним застосунком (правила, рівні складності, зворотній зв'язок).				
7	Я можу адаптувати навчальний контент природничих дисциплін для мобільного середовища.				
8	Я вмію використовувати інструменти для створення інтерактивних елементів (тести, симуляції, віртуальні лабораторії).				
9	Я можу проводити пілотне тестування прототипу застосунку з колегами або малими групами учнів.				
10	Я вмію збирати й аналізувати дані про ефективність використання мобільного застосунку (результати тестів, анкети, логи).				
11	Я здатен на основі отриманих даних коригувати структуру й функціонал застосунку.				
12	Я готовий експериментувати з різними форматами інтерактивності (ігрові елементи, сюжетні лінії, квести).				
13	Я мотивований використовувати мобільні застосунки для підвищення зацікавленості учнів у природничих науках.				
14	У мене є достатньо часу для підготовки та впровадження мобільного застосунку в навчальний процес.				
15	У моєму закладі є технічні засоби (планшети, смартфони, стабільний інтернет) для використання мобільних застосунків.				
16	Адміністрація школи/ліцею підтримує мої ініціативи з цифровізації та використання мобільних застосунків.				
17	Я володію базовими навичками редагування медіавмісту (зображень, відео, аудіо) для інтеграції в застосунок.				
18	Я готовий співпрацювати з ІТ-спеціалістами або колегами для технічної реалізації мобільного застосунку.				
19	Я знаю методи формувального й підсумкового оцінювання результатів учнів у мобільному середовищі.				
20	Я впевнений у своїй здатності створити інструкцію або методичний посібник для колег з використання розробленого застосунку.				
21	Я можу інтегрувати елементи мобільного застосунку в міждисциплінарні проєкти (фізика+географія, хімія+біологія тощо).				
22	Я володію навичками фасилітації обговорення й рефлексії учнів щодо досвіду роботи з мобільним застосунком.				

№	Твердження	1	2	3	4
23	Я готовий оновлювати й вдосконалювати застосунок на основі відгуків учнів і колег.				
24	Я знаю, як організувати доступ учнів до онлайн-платформи чи репозиторію для завантаження та оновлення застосунку.				
25	Я вмію використовувати 3D-принтери або інші цифрові пристрої спільно з мобільним застосунком для створення навчальних прототипів.				
26	Я відчуваю потребу в додатковому професійному розвитку (курси, вебіари) для підвищення своєї цифрової компетентності.				
27	Мені бракує матеріалів або програмного забезпечення для повноцінного впровадження мобільних технологій.				
28	Я вмію адаптувати вже готові мобільні застосунки під особливості свого навчального контексту (рівень учнів, тематика, технічні умови).				
29	Я готовий підтримувати інтерес учнів до STEM-дисциплін через розвиток і впровадження власних цифрових проєктів.				
30	Я впевнений, що мобільні застосунки сприяють розвитку критичного мислення та самостійності учнів у природничих науках.				

**Анкета для оцінювання зручності користування та інтерфейсу
мобільного застосунку**

Будь ласка, уважно прочитайте кожне питання та оберіть варіант відповіді, який найточніше відображає Ваш досвід.

Розділ 1. Загальна інформація

1. Ваш вік:

1) до 25 років

2) 26–35 років

3) 36–45 років

4) 46–55 років

5) понад 55 років

2. Ваш стаж роботи вчителем природничих дисциплін:

1) до 3 років

2) 3–7 років

3) 8–15 років

4) понад 15 років

3. Яка у Вас модель смартфона/планшета?

4. Як часто Ви використовуєте мобільні пристрої в професійній діяльності?

1) Щодня

2) Декілька разів на тиждень

3) Рідше ніж раз на тиждень

4) Лише під час експериментів/тестувань

Розділ 2. Використання застосунку

5. Де Ви найчастіше використовували застосунок?

1) На робочому місці (у класі)

2) Вдома

3) Під час поїздки

4) Інше: _____

6. Скільки часу в середньому Ви витрачали за одну сесію (поза межами уроку)?

1) до 10 хв

2) 10–20 хв

3) 20–30 хв

4) більше 30 хв

7. Чи зіштовхувалися Ви з технічними проблемами під час завантаження або запуску застосунку?

1) Так

2) Ні

7а. Якщо «так», будь ласка, опишіть проблему:

Розділ 3. Інтерфейс і навігація

8. Для кожного твердження оберіть оцінку від 5 до 1: 5 – абсолютно згоден, 4 – згоден, 3 – нейтрально, 2 – не згоден, 1 – категорично не згоден.

№	Твердження	5	4	3	2	1
1	Візуальний дизайн (кольори, шрифти) мені подобається.					
2	Меню та кнопки розміщені логічно і легко знайти потрібні розділи.					
3	Перехід між екранами (навігація) був зрозумілим і швидким.					
4	Підказки та інструкції в інтерфейсі допомогли мені зорієнтуватися.					
5	Розмір елементів управління (кнопок, полів введення) відповідає моїм потребам.					
6	Анімовані ефекти (перехід, виділення) не відволікали і працювали коректно.					
7	Шлях до повернення на попередній екран (стрілка «назад») був очевидним.					
8	Робота інтерфейсу була плавною, без «гальм» і зависань.					

Розділ 4. Зворотній зв'язок і підтримка

9. Чи були у застосунку звукові повідомлення (наприклад, «правильно», «помилка»)?

- 1) Так, і вони були доречними
- 2) Так, але відволікали
- 3) Ні

10. Чи отримували Ви візуальні підказки про помилки/успішне виконання (зелене / червоне підсвічування)?

- 1) Так, допомагали орієнтуватися
- 2) Так, але не завжди були зрозумілими
- 3) Ні

11. Чи були корисними короткі інструкції або спливаючі поради в процесі роботи?

- 1) Так
- 2) Частково
- 3) Ні

12. Наскільки швидко завантажувалися додаткові матеріали (відео, графіка, інтерактив)?

- 1) Миттєво
- 2) Затримка до 3 с
- 3) Більше 3 с
- 4) Дуже довго / іноді не завантажувалося

Розділ 5. Загальні враження та пропозиції

13. В цілому, наскільки Ви задоволені інтерфейсом застосунку?

- 5 – абсолютно задоволений
- 4 – задоволений
- 3 – нейтрально
- 2 – незадоволений
- 1 – категорично незадоволений

14. Наскільки застосунок сприяв ефективності Вашої педагогічної діяльності?

5 – значно підвищив ефективність

4 – помітно допоміг

3 – не вплинув

2 – заважав

1 – значно ускладнив

15. Чи рекомендували б Ви цей застосунок колегам?

1) Так, обов'язково

2) Можливо

3) Ні

16. Яка частина інтерфейсу або функціоналу була найкориснішою для Вас?

17. Які зміни Ви б порадили внести в інтерфейс або навігацію?

18. Додаткові коментарі та побажання:

Запитання про результати використання мобільного застосунку

Дата: _____

Час: _____

Місце проведення: _____

Учасники: _____

Під час проведення занять з використанням мобільного застосунку

1. Що Ви найбільше запам'ятали з роботи з мобільним застосунком під час тренінгу?

2. Що Вам особливо сподобалося або не сподобалося в його використанні?

3. Чи використовували Ви застосунок поза межами занять (на курсі)? Якщо так – коли, де і з якою метою? Якщо ні – чому?

Після завершення курсу

4. Чи застосовуєте Ви знання та навички, отримані під час роботи з мобільним застосунком, у своїй професійній діяльності?

○ Так – опишіть, як саме Ви їх використовуєте.

○ Ні – поясніть, з якої причини Ви їх не застосовуєте.

5. Чи було б для Вас корисно мати постійний доступ до цього застосунку в роботі? Чому так / чому ні?

6. Яким чином, на Вашу думку, можна покращити сам мобільний застосунок, щоб він краще сприяв навчанню?

7. Чи слід розширити використання мобільного навчання в нашій організації (наприклад, у професійних тренінгах)? Чому і як Ви це бачите?

Загальні питання про мобільне навчання

8. Які, на Ваш погляд, основні переваги або складнощі виникають при використанні мобільних технологій для навчання?

9. Чи є у Вас ще якісь зауваження чи побажання щодо мобільного навчання або використання навчальних застосунків у професійному середовищі?

Дякуємо за Ваші відповіді! Ваш досвід допоможе вдосконалити мобільне навчання для вчителів природничих дисциплін.

Коментарі від користувачів мобільним додатком під час навчання щодо його оформлення та використання

Неконструктивні коментарі щодо оформлення мобільного застосунку

1. Кілька відповідей у завданні були неправильними. У деяких вправах застосунок реагував повільно. Було незрозуміло, чи треба просто натиснути один раз, кілька разів чи перетягувати відповідь. Опитувальник занадто довгий.

2. Це був хороший тестовий запуск, але деякі вправи потребують коригування (наприклад, багато моїх відповідей було відхилено через те, що я випадково натиснув іншу відповідь. На мою думку, має бути кнопка «Підтвердити» для фіксації відповіді).

3. Було б краще мати в мобільному застосунку матеріали-«уроки», відмінні від роздаткових матеріалів, щоб було не нудно й вони доповнювали матеріали занять.

4. Ідея мобільного навчання доречна для напрямів, де потрібні глибокі дослідження, як-от технічні курси.

5. Досить корисно, але не настільки, як курс у аудиторії.

6. Щоб отримати більше інформації та зрозуміти принцип роботи, потрібні різні види практики.

7. Загалом програмне забезпечення корисне, але слід уникати повторення питань, розширити базу даних, звернути увагу на звуки в програмі (часто шумно), зробити їх більш делікатними.

8. Можна додати складніші питання або дозволити користувачу вибирати рівень складності.

9. Встановлення застосунку на мобільні телефони потенційних користувачів зробило б опитування успішнішим.

Неконструктивні коментарі щодо використання мобільного застосунку в межах короткого курсу

1. Мені подобається навчання з мобільним додатком
2. Після відповіді на певне питання воно має закриватися; якщо відкривати його знову, це збиває з пантелику.
3. Більше графіки, анімації та чіткіше аудіо, бо іноді звук неякісний; вербальний коментар: краще підходив би молодший голос.
4. Використовувався перші дні, потім припинив, поки не нагадав керівник; варто надсилати щоденні або щотижневі нагадування у застосунку або електронною поштою.

Позитивні коментарі щодо оформлення мобільного застосунку

1. Подобається сама ідея, але інтерфейс треба покращити: краще навігація та графіка.
2. Мені подобається ідея, це корисно і зручно носити з собою.
3. Мені подобається.
4. Нове позитивне враження!
5. Цей досвід допоміг мені розвинути навички презентації, дає можливість практикуватися, наче перед дзеркалом.
8. Це корисний застосунок, і я б хотів його використовувати знову, але лише в аудиторії чи на роботі. Після роботи часу немає.
9. Отримати більше інформації та зрозуміти принцип роботи допомагають різні види практики.

Позитивні коментарі щодо використання мобільного застосунку в межах короткого курсу

1. Застосунок дуже практичний, простий в користуванні, ефективний для вивчення навального матеріалу під час підготовки до пар.

2. Так, він дуже допомагає мені вдосконалюватися як вчителю, адже комунікація важлива у щоденному житті.

3. Цей застосунок важливий для мене у вихідні дні; він пізнавальний.

4. Відео корисні для кращого розуміння навчального матеріалу.

5. Потрібно більше матеріалів, пов'язаних із професією. (усно) Якщо були б інші курси, це було б чудово під час підготовки до пар в дорозі.

6. Дуже добре.

7. Це зручний, швидкий і добрий спосіб навчання, на мою думку, він може бути корисним і в інших галузях.

8. Дякую за допомогу та підтримку.

9. (усно) Запит щодо копіювання застосунку на ноутбук для збереження у разі форматування телефону.

13. Минулого тижня не використовував застосунок, бо проводив тренінг у громадській організації. Тому не було часу. Дозвольте використовувати його навіть після закінчення курсу. Дякую.

Точний тест Фішера

1. Мета й обґрунтування застосування

Точний тест Фішера призначений для оцінки асоціації між двома дихотомічними ознаками в невеликих вибірках або коли суми в клітинках контингентної таблиці менші за 5. У межах дослідження його було застосовано для перевірки статистичної значущості різниці в частотах позитивних та негативних результатів використання мобільного застосунку серед експериментальної та контрольної груп учнів.

2. Структура контингентної таблиці

	Успішний результат	Неуспішний результат	Разом
Експериментальна група	a	b	a + b
Контрольна група	c	d	c + d
Разом	a + c	b + d	n = a + b + c + d

3. Формула точного тесту

Ймовірність отримати саме таке (або більш «екстремальне») розташування спостережень у таблиці обчислюється за формулою гіпергеометричного розподілу:

$$P = \frac{\binom{a+b}{a} \binom{c+d}{c}}{\binom{n}{a+c}}$$

де $\binom{x}{y}$ – число сполучень із x по y; $n = a + b + c + d$.

4. Алгоритм обчислення

- 1) Скласти таблицю 2×2 за фактичними даними;
- 2) Обчислити P для спостережуваних a, b, c, d;

3) Згенерувати всі «екстремальні» таблиці (за критерієм більшої або меншої частки успішних у експериментальній групі) й обчислити їхні ймовірності;

4) Сума цих ймовірностей дає остаточну р-цінність;

5) Порівняти р з рівнем α (наприклад, 0,05) і зробити висновок про значущість.

5. Інтерпретація результатів

Отримане $p < \alpha$ свідчить про те, що з ймовірністю понад 95 % спостережувана асоціація між використанням мобільного застосунку та покращенням результатів не є випадковою. Це підтверджує ефективність апробації мобільного застосунку «Віртуального кабінету» студентами природничих дисциплін.

6. Відповідність стандартам

Методика обчислення точного тесту Фішера відповідає рекомендаціям Кокс і Снелла (1989) та ОСТУ (2013) щодо аналізу частотних даних у педагогічних дослідженнях.



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ДРАГОМАНОВА

01601, м. Київ, вул. Пирогова, 9

Телефон: 234-11-08

E-mail: rector@npu.edu.ua; код ЄДРПОУ 44807628

14.05.2025 № 306

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження

Банака Романа Даниловича

«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та
використання мобільних додатків в освітньому процесі»
(спеціальність 011 – Освітні, педагогічні науки)

Результати дисертаційного дослідження здобувача були впроваджені в освітній процес Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, зокрема в навчально-методичну роботу кафедри комп'ютерної та програмної інженерії.

Наукове дослідження охоплює актуальну проблему формування цифрової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін в умовах цифрової трансформації освіти. У роботі теоретично обґрунтовано та експериментально перевірено модель підготовки майбутніх педагогів до проектування та використання навчальних мобільних додатків.

У межах дисертації розроблено мобільний застосунок «Віртуальний кабінет природничих дисциплін», який слугує інтерактивним навчально-інформаційним середовищем для вивчення фізики, хімії, біології та географії. Його використання сприяє формуванню цифрових навичок, розвитку пізнавальної активності здобувачів освіти, реалізації індивідуальних освітніх траєкторій.

Основні результати дослідження впроваджено у викладання наступних дисциплін освітньої програми підготовки вчителів фізики:

- «Теорія і методика навчання фізики»;
- «Цифрові технології у природничо-математичній освіті»;
- «Методика навчання в умовах дистанційної освіти»;
- «STEM-освіта в закладах загальної середньої освіти».

Отримані результати також використовуються у процесі проведення педагогічної практики здобувачів освіти та рекомендовані для використання в програмах післядипломної педагогічної освіти.

Проректор з наукової роботи

Завідувач кафедри

комп'ютерної та програмної інженерії



Григорій ТОРБІН

Василь ФРАНЧУК

ДОВІДКА

**про впровадження результатів дослідження
«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та
використання мобільних додатків в освітньому процесі»**

Банака Романа Даниловича

**на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 011 – «Освітні, педагогічні науки»
у галузі знань 01 – «Освіта/ Педагогіка»**

Результати дисертаційного дослідження Банака Романа Даниловича за темою «Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних додатків в освітньому процесі» були впроваджені в освітній процес підготовки здобувачів освіти спеціальностей G3 Електрична інженерія / ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», G3 Електрична інженерія / ОП «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами», G4 Енерговиробництво (Теплоенергетика) / ОП «Теплоенергетика», G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / ОП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», який здійснює кафедра фізики навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України.

За програмою дисертанта впродовж 2023 – 2025 рр. було впроваджено в освітній процес низку мобільних додатків: Phyphox, GeoGebra, Google Earth, Stellarium і «Віртуальний кабінет» що дало можливість формувати в здобувачів освіти цифрову компетентність. Так, в рамках реалізації дослідницького проєкту було створено й успішно використано в освітньому процесі мобільний застосунок «Віртуальний кабінет», який виконує функції інтерактивного навчального середовища для вивчення фізики.

Практична цінність застосунку «Віртуальний кабінет» є те, що він сприяє індивідуалізації навчання, підвищенню пізнавального інтересу та розвитку цифрових навичок у здобувачів освіти зазначених спеціальностей. Результати апробації мобільних застосунків Phyphox, GeoGebra, Google Earth, Stellarium і «Віртуальний кабінет» зроблено висновки, що результати даної дисертаційної роботи доцільно впроваджувати в освітній процес з фізики закладів вищої освіти України.

Довідку про впровадження результатів дисертаційної роботи Банака Романа Даниловича за темою дослідження «Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до проєктування та використання мобільних додатків в освітньому процесі» в освітній процес з фізики підготовки здобувачів освіти спеціальностей G3 Електрична інженерія / ОП «Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка», G3 Електрична інженерія / ОП «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлювальними джерелами», G4 Енерговиробництво (Теплоенергетика) / ОП «Теплоенергетика», G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / ОП «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» обговорено, схвалено та затверджено на засіданні кафедри фізики навчально-наукового інституту енергетики, автоматики і енергозбереження НУБіП України протокол № 5 від 17 квітня 2025 р.).

Доктор педагогічних наук, доцент,
в.о. завкафедри фізики
Навчально-наукового інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження
Національного університету біоресурсів
і природокористування України

Борис ГРУДИНІН



ДОВІДКА
про впровадження результатів дослідження
Банака Романа Даниловича
«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та
використання мобільних додатків в освітньому процесі»
(спеціальність 011 – Освітні, педагогічні науки)

Результати дисертаційного дослідження Банака Романа Даниловича на тему «Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних додатків в освітньому процесі» були інтегровані в освітній процес підготовки здобувачів за освітніми програмами:

У межах реалізації програми дослідження у 2023–2025 рр. до навчального процесу були впроваджені сучасні мобільні додатки — Phyphox, GeoGebra, Google Earth, Stellarium та авторський застосунок «Віртуальний кабінет природничих наук». Їх використання сприяло формуванню цифрової компетентності у здобувачів освіти.

Зокрема, мобільний додаток «Віртуальний кабінет природничих дисциплін», створений у межах дослідницького проєкту, зарекомендував себе як ефективне інтерактивне середовище для вивчення фізики. Його практична цінність полягає в забезпеченні індивідуалізованого навчання, стимулюванні пізнавальної активності та розвитку цифрових навичок студентів відповідних технічних спеціальностей.

Основні положення та інструменти дослідження впроваджено у викладання таких навчальних дисциплін:

- «Теорія і методика навчання фізики»;
- «Цифрові технології у природничо-математичній освіті»;

Крім того, результати дослідження активно застосовуються під час проходження педагогічної практики студентами педагогічних спеціальностей, а також рекомендовані для інтеграції у програми післядипломної освіти вчителів природничих дисциплін.

Проведена апробація мобільного додатку підтвердила його ефективність та доцільність впровадження розроблених у межах дисертаційного дослідження підходів в освітній процес з фізики у закладах вищої освіти України.

Проректор з наукової роботи
Чорноморського національного університету
імені Петра Могили
доктор технічних наук, професор

Світлана Засвідчук
Засм. казначини



Роман ДІНЖОС

Л. Олександрівна



Україна
Дніпровська районна в місті Києві державна адміністрація
Управління освіти

Технічний ліцей

Дніпровського району м. Києва

вул.Тампере, 9, м. Київ, 02105, тел. (044) 227-34-61
e – mail: dnl-licei@ukr.net Код ЄДРПОУ 22876023

14.05, 2025р.

№ 113

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження

Банака Романа Даниловича

«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та використання мобільних додатків в освітньому процесі»

(спеціальність 011 – Освітні, педагогічні науки)

Результати дисертаційного дослідження здобувача наукового ступеня впроваджувалися у освітній процес навчання природничих дисциплін Технічного ліцею Дніпровського району м. Києва, а саме: фізики, астрономії, біології та географії.

Тематика дослідження охоплює актуальні питання цифровізації освіти, зокрема – формування цифрової, методичної та професійно-педагогічної компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін через проєктну діяльність, пов'язану зі створенням і впровадженням навчальних мобільних додатків.

У ході наукової роботи було розроблено авторську модель підготовки педагогів до проєктування та використання мобільних додатків, а також створено навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет природничих дисциплін». Зазначений цифровий ресурс виконує функції мобільного додатку, спрямованого на підвищення якості навчального процесу в умовах змішаного та дистанційного навчання.

Практичне впровадження результатів дослідження дозволило:

- підвищити рівень цифрової грамотності та методичної підготовки здобувачів освіти;
- активізувати пізнавальну діяльність учнів і студентів;
- реалізувати персоналізовані освітні траєкторії;
- забезпечити ефективне використання мобільних технологій у викладанні природничих дисциплін.

За результатами опитування учнів 9-11 класів 57% учнів відзначили зростання мотивації до навчання після взаємодії з мобільним додатком, що свідчить про позитивний ефект комплексного використання цифрового контенту. Завдяки функціоналу додатку (тести, симуляції, інтерактивні модулі) було підвищено ефективність самостійної роботи учнів. Опитування студентів та вчителів також засвідчили позитивне ставлення до інноваційної форми навчання, зокрема до гнучкості у роботі з матеріалом, персоналізації та можливості візуалізації складних понять.

Таким чином, результати діаграми чітко підтверджують ефективність запропонованої моделі навчання, яка передбачає не лише технічне забезпечення мобільного додатку, а й розробку методичних стратегій його педагогічного впровадження.

Директор Технічного ліцею



Анатолій АНДРІЄНКО

ДНІПРОВСЬКА РАЙОННА В МІСТІ КИЄВІ ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ
УПРАВЛІННЯ ОСВІТИ

ЛІЦЕЙ № 234 ДНІПРОВСЬКОГО РАЙОНУ М. КИЄВА

вул. Райдужна, 12, м. Київ, 02223, тел. 063-319-81-95, 063-319-81-50
e-mail: sch234@ukr.net Код ЄДРПОУ 22875041

Від 14.05.2025 р. № 01-16/386

ДОВІДКА

про впровадження результатів дослідження

Банака Романа Даниловича

**«Підготовка майбутніх учителів природничих дисциплін до створення та
використання мобільних додатків в освітньому процесі»**
(спеціальність 011 – Освітні, педагогічні науки)

Результати дисертаційного дослідження здобувача наукового ступеня впроваджувалися у освітній процес навчання природничих дисциплін Ліцею № 234 Дніпровського району м. Києва, а саме: фізики, астрономії, біології та географії.

Тематика дослідження охоплює актуальні питання цифровізації освіти, зокрема – формування цифрової, методичної та професійно-педагогічної компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін через проєктну діяльність, пов'язану зі створенням і впровадженням навчальних мобільних додатків.

У ході наукової роботи було розроблено авторську модель підготовки педагогів до проєктування та використання мобільних додатків, а також створено навчально-інформаційне середовище «Віртуальний кабінет природничих дисциплін». Зазначений цифровий ресурс виконує функції мобільного додатку, спрямованого на підвищення якості навчального процесу в умовах змішаного та дистанційного навчання.

Практичне впровадження результатів дослідження дозволило:

- підвищити рівень цифрової грамотності та методичної підготовки здобувачів освіти;
- активізувати пізнавальну діяльність учнів і студентів;
- реалізувати персоналізовані освітні траєкторії;
- забезпечити ефективне використання мобільних технологій у викладанні природничих дисциплін.

За результатами опитування 57% учнів Ліцею відзначили зростання мотивації до навчання після взаємодії з мобільним додатком, що свідчить про позитивний ефект комплексного використання цифрового контенту. Завдяки функціоналу додатку (тести, симуляції, інтерактивні модулі) було підвищено

ефективність самостійної роботи учнів. Опитування студентів та вчителів також засвідчили позитивне ставлення до інноваційної форми навчання, зокрема до гнучкості у роботі з матеріалом, персоналізації та можливості візуалізації складних понять.

Таким чином, результати діаграми чітко підтверджують ефективність запропонованої моделі навчання, яка передбачає не лише технічне забезпечення мобільного додатку, а й розробку методичних стратегій його педагогічного впровадження.

Директор



Вікторія ТУПАЛО