

DOI 10.31392/ONP.2786-6890.6(1)/2.2024.07

UDC 378.018.8:373.5.011.3-051:53]:378.016:53]:004.77](045)

PREPARATION OF FUTURE PHYSICS TEACHERS FOR THE CREATION AND USE OF MOBILE APPLICATIONS IN PHYSICS LESSONS

Serhii Tereshchuk

Doctor of Pedagogical Sciences, Associate
Professor, Professor of the Department
of Physics and Integrative Technologies
of Teaching Natural Sciences,
Pavlo Tychyna Uman State
Pedagogical University,
Sadova Str., 2, Uman, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-1084-5838>
e-mail: s.i.tereschuk@udpu.edu.ua

Vira Kolmakova

Senior Lecturer of the Department
of Computer Science, Information
and Communication Technologies,
Pavlo Tychyna Uman State
Pedagogical University,
Sadova Str., 2, Uman, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5414-0939>
e-mail: kolmakova@udpu.edu.ua

Abstract. The article presents the results of research into the problems of implementing mobile learning technology in institutions of general secondary education. Currently, the rapid development of mobile, cloud, and digital technologies in general, and artificial intelligence in particular, is evidence of the relevance of using mobile devices in the education system of Ukraine. It is common knowledge that change in education is usually slow, while technology advances at a rapid pace, outpacing educational innovation. For the successful implementation of mobile learning technology, which is rapidly changing due to the emergence of new technological developments in the field of mobile and touch technologies, the participants of the educational process should indirectly participate in the changes and promotion of digital technologies in education. This will greatly reduce the lagging of learning technologies from the development of digital technologies, and on the other hand, it will increase the effectiveness of methodical training systems focused on the formation of learners of end-to-end skills and relevant competencies. The presented study shows that one of the ways to implement the proposed approach is to prepare future teachers of physics and natural sciences for the development and implementation of mobile applications as a component of mobile learning technology in the methodical system of teaching physics and natural sciences.

The conducted research made it possible to draw the following conclusions. The development of mobile learning is developing due to the emergence of new cloud and mobile technologies, technologies of augmented reality and artificial intelligence, etc. One of the important directions of modernization of the methodical system of training future teachers of physics and natural sciences is the involvement of higher education students in the development and implementation of mobile applications in the educational process of general secondary education institutions.

To optimize the process of creating educational mobile applications, we suggest using the no-code (zerocode) approach, which involves programming without writing code. Special services (in the form of online designers) offer ready-made fragments from which you can assemble a mobile application. Creating software products based on no-code, as well as writing code, requires special training.

Therefore, this should be considered in the methodical system of training future teachers of physics and natural sciences.

Key words: mobile learning technology, mobile technologies, mobile applications, web applications, development environment, educational mobile applications (applications), no-code, mobile application designer, engineering project.

DOI 10.31392/ONP.2786-6890.6(1)/2.2024.07

УДК 378.018.8:373.5.011.3-051:53]:378.016:53]:004.77](045)

ПІДГОТОВКА МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ДО СТВОРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНИХ ЗАСТОСУНКІВ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Терещук С. І.

доктор педагогічних наук, доцент,
професор кафедри фізики та інтегративних
технологій навчання природничих наук,
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини,
вул. Садова, 2, Умань, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-1084-5838>
e-mail: s.i.tereschuk@udpu.edu.ua

Колмакова В. О.

старший викладач кафедри інформатики
і інформаційно-комунікаційних технологій,
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини,
вул. Садова, 2, Умань, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5414-0939>
e-mail: kolmakova@udpu.edu.ua

Анотація. В статті викладено результати дослідження проблем впровадження технології мобільного навчання у закладах загальної середньої освіти. Нині швидкий розвиток мобільних, хмарних, і загалом цифрових технологій та штучного інтелекту зокрема, є свідченням актуальності використання мобільних пристроїв в системі освіти України. Загальновідомо, що зміни в освіті зазвичай відбуваються повільно, в той час, як розвиток технологій прямує швидкими темпами, випереджаючи освітні інновації. Для успішного впровадження технології мобільного навчання, яка швидко змінюється внаслідок появи нових технологічних розробок в галузі мобільних та дотичних технологій, учасники освітнього процесу мають брати опосередковану участь у змінах та просуванні цифрових технологій в освіті. Це значною мірою скоротить відставання технологій навчання від розвитку цифрових технологій, а з іншого боку підвищить ефективність методичних систем навчання орієнтованих на формування у здобувачів наскрізних умінь та відповідних компетентностей. У представленому дослідженні показано, що одним з шляхів реалізації запропонованого підходу, є підготовка майбутніх вчителів фізики та природничих наук до розробки та впровадження мобільних додатків як складової технології мобільного навчання у методичній системі навчання фізики та природничих наук.

Проведене дослідження дозволило зробити наступні висновки. Розвиток мобільного навчання розвивається через появу нових хмарних та мобільних технологій, технологій доповненої реальності та штучного інтелекту тощо. Виявлено, що одним з важливих напрямів модернізації методичної системи підготовки майбутніх вчителів фізики та природничих наук

є залучення здобувачів вищої освіти до розробки та впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти мобільних додатків.

Для оптимізації процесу створення освітніх мобільних застосунків, пропонуємо залучати підхід *no-code* (*zerocode*), яким передбачається програмування без написання коду. Спеціальні сервіси (у вигляді онлайн конструкторів) пропонують вже готові фрагменти, з яких можна зібрати мобільний застосунок. Створення програмних продуктів на основі *no-code*, так само як і написання коду, вимагає спеціальної підготовки. Отже, це має враховуватися у методичній системі підготовки майбутніх вчителів фізики та природничих наук.

Ключові слова: технологія мобільного навчання, мобільні технології, мобільні застосунки, веб-додатки, середовище розробки, освітні мобільні застосунки (додатки), *no-code*, конструктор мобільних застосунків, інженерний проєкт.

Вступ та сучасний стан проблеми дослідження. Десять років поспіль технології мобільного навчання успішно використовуються освітянами України. За цей час створено велику кількість цікавих методик та підходів з використання мобільних застосунків та мобільних пристроїв у навчанні. Технологію мобільного навчання можна розглядати на рівні використання мобільних пристроїв як засобів навчання [7]. Інший підхід передбачає, що мобільний пристрій є засобом використання мобільних застосунків та хмарних сервісів й технологій [3]. Власне використання мобільного гаджету зводиться до використання програмного забезпечення – операційної системи, яка дозволяє використовувати різні програмні застосунки та онлайн-сервіси. Тому цілком природньо, що використання мобільних пристроїв в освітньому процесі пов'язане, перш за все, із використанням мобільних додатків.

На сьогодні існує велика кількість програмних продуктів, які орієнтовані на використання в освітньому процесі мобільних пристроїв. Актуальність використання мобільних гаджетів помітно зросла в умовах дистанційної освіти та змішаного навчання, діджиталізації та електронного врядування багатьох послуг в Україні. Тому сучасна підготовка майбутніх вчителів фізики неможлива без врахування цих викликів та потребує їх готовності до використання сучасних технологій – мобільного навчання, хмарних технологій і загалом електронного навчання (*e-learning*).

У методиці навчання фізики питання діджиталізації освіти досліджувались у працях М. Головка, В. Заболотного, О. Ляшенка, Н. Мислицької, І. Сальник та ін.

Проблеми хмарних технологій та мобільного навчання висвітлено у працях В. Бикова, А. Гривко, Ю. Жука, О. Канівця, О. Овчарук та ін.

Організоване Інститутом цифровізації освіти НАПН України опитування, виявило проблеми, з якими стикаються українські освітяни під час воєнного стану. Так, онлайн-опитування педагогічних працівників, проведене у 2023 році щодо їх готовності використовувати ІКТ в дистанційному навчанні, показало, що труднощі виникають з добором навчально-методичних матеріалів для проведення уроків (39,7%), перевіркою домашніх завдань (25,7%), оформленням навчальних матеріалів (14%) [4].

В дослідженні [8] встановлено, що мобільні технології мають важливе значення для успішного навчання в умовах дистанційної освіти. У дослідженнях [9; 10], виявлено, що мобільні технології викликають позитивні відгуки студентів та учнів та сприяють підвищенню результативності освітнього процесу. У дослідженні [11] доведено, що технологічний прогрес та широка популярність мобільних пристроїв відкривають нові можливості до спілкування, навчання та співпраці, що значно підвищує ефективність навчання. У праці [12] проведено порівняльний аналіз мобільного навчання з традиційними технологіями навчання. Показано, що мобільне навчання

за допомогою мобільних пристроїв пропонує численні переваги, включаючи гнучкість, співпрацю, доступність, портативність та більш мотивоване навчання.

Технологія мобільного навчання передбачає використання мобільних пристроїв – смартфонів, планшетів та інших портативних гаджетів. Тому використання мобільних додатків є однією з передумов впровадження мобільних технологій. Використання мобільних додатків в освіті вимагає їх ретельний відбір відповідно до певних критеріїв – дидактичних цілей, врахування віку здобувачів освіти [13], дотримання санітарно-гігієнічних вимог [5] тощо.

Останнім часом все більше дослідників схиляються до ідеї авторської розробки мобільних додатків викладачем, оскільки не завжди можна отримати додаток, який відповідатиме усім вимогам педагога. Так, дослідники [2] відзначають, що у численних публікаціях висвітлені мобільні програми з елементами доповненої реальності, які можна використовувати на уроках математики, фізики, хімії, біології та інших навчальних предметів [2, с. 87].

Дослідження [1] присвячене особистісним уявленням учнів 8–9 класів про можливість використання смартфона як сучасного освітнього інструменту. Важливість даного дослідження полягає, на наш погляд, в з'ясуванні суб'єктивних уявлень та очікувань здобувачів освіти від засобів мобільного навчання, що дозволяє скорегувати методики та відповідні технології, що передбачають використання мобільних застосунків в освітньому процесі. В ході дослідження з'ясовано, що суб'єктивна оцінка здобувачем освіти власного досвіду використання смартфона впливає на формування способів навчальної діяльності учасників освітнього процесу [1, с. 12].

Існують успішні спроби розробки мобільних додатків педагогами, коли програмний продукт сповна відповідає дидактичним цілям, а також його можна використовувати, наприклад, в реальних умовах надзвичайних ситуацій (евакуації з будівель під час пожеж або інших ситуацій загрози життю людей) [2].

Підсумовуючи проведений аналіз літературних джерел, можна зробити наступні висновки. Мобільне навчання набуває все більшої актуальності, а мобільні пристрої широко використовуються молоддю для власних та освітніх потреб. Переважна більшість здобувачів освіти використовують мобільні пристрої та усвідомлюють їх освітній потенціал, попри набуття смартфоном пасивного та споживацького статусу від часів його появи у повсякденному використанні. Серед вчителів практично усіх навчальних предметів є позитивний досвід використання мобільних технологій в освітньому процесі. Проте, COVID-19 на світовому рівні призвів до освітніх втрат, а воєнний стан в Україні значно посилив ці втрати. Попри успішне використання технологій мобільного навчання, технологій дистанційної освіти загалом, більшість країн світу, за висновками UNESCO, виявились не готовими до таких викликів і Україна в їх числі [13]. Технологія мобільного навчання потребує подальшого розвитку та удосконалення, генерування нових ідей та їх практичної реалізації в освітньому просторі. Використання мобільних пристроїв обов'язково передбачає використання мобільних застосунків. Саме в розробці мобільних додатків для використання на уроках учнями, нам вбачається резерв удосконалення технології мобільного навчання. Тому вкрай важливо розробити методичну систему підготовки майбутніх вчителів фізики та природничих наук, готових до розробки мобільних застосунків для освітніх потреб.

Мета і завдання дослідження полягають: в аналізі та обґрунтуванні різних підходів з удосконалення технології мобільного навчання в закладах загальної середньої освіти; з'ясуванні необхідних умов зі створення та використання мобіль-

них додатків майбутніми вчителями фізики та природничих наук в рамках методичної системи навчання фізики у закладах загальної середньої освіти III ступеня; з'ясуванні умов модернізації методичної системи підготовки майбутніх вчителів фізики та природничих наук.

Методи дослідження. Для досягнення поставленої мети, використовувався метод порівняльного аналізу, який дозволив виокремити складові частини технології мобільного навчання та шляхи удосконалення цієї технології. Для з'ясування особливостей підготовки майбутніх вчителів фізики та природничих наук до впровадження мобільного навчання, використано метод системно-структурного аналізу, який дозволив виокремити основні етапи формування умінь у здобувачів вищої освіти з розробки та впровадження в освітній процес закладів загальної середньої освіти технології мобільного навчання.

Виклад основного матеріалу. Підготовка майбутніх вчителів фізики до впровадження технології мобільного навчання вимагає внесення змін у відповідні документи, що регламентують освітній процес у закладах вищої освіти. Наслідком таких змін має бути оновлений зміст методики навчання фізики та природничих наук. З цього погляду важливо з'ясувати, яких змін зазнають методи навчання, якими оволодівали здобувачі вищої освіти до появи смартфонів на уроках? Мобільні технології надзвичайно швидко розвиваються і радше задають тренди, ніж слідує їм, тому підготовка майбутніх вчителів може постійно відставати від розвитку технологій. На наше глибоке переконання, слід не лише ознайомлювати студентів із нині діючими мобільними технологіями, а залучати до удосконалення технології мобільного навчання.

Одним з напрямів удосконалення мобільного навчання, на наш погляд, може бути розробка освітніх мобільних додатків. Освітній мобільний застосунок – це мобільний програмний продукт, який успішно використовується під час освітнього процесу для досягнення дидактичних цілей. Які саме мобільні застосунки можуть використовуватись під час електронного навчання? Яким критеріям вони мають відповідати? Щоб відповісти на ці та подібні запитання, проаналізуємо переваги та недоліки технології мобільного навчання.

Технологія мобільного навчання має низку переваг. Досвід використання мобільних пристроїв на уроках показує, що до таких переваг слід віднести наступні:

- персоналізація навчання;
- миттєвий зворотній зв'язок;
- ефективне використання навчального часу на уроках;
- неперервність освітнього процесу;
- якісно новий рівень управління освітнім процесом [6; 13].

Перелічені переваги мобільного навчання, можна посилити через використання спеціальних мобільних застосунків. Проведений аналіз дає підстави стверджувати, що удосконалення мобільної технології навчання можливе в межах певної методичної системи і полягає у розробці освітніх мобільних застосунків, які спеціально відібрані до методичної системи. Розглянемо етапи створення мобільного застосунку та умови його інтеграції до методичної системи навчання фізики у закладах загальної середньої освіти III ступеня.

Процес створення мобільного застосунку за послідовністю та логікою розгортання етапів схожий на інженерний проєкт, де, власне, замість прототипу виробу виготовляється програмний продукт.

Увесь процес створення мобільного додатку умовно можна представити у вигляді наступних етапів:

1. Постановка проблеми.
2. Пошук вже виконаних розв'язків поставленої проблеми.
3. Визначення вимог (критеріїв), яким має відповідати мобільний застосунок.
4. Пошук розв'язку проблеми, вибір найкращого розв'язку з поміж інших можливих варіантів та формулювання унікальної ціннісної пропозиції.
5. Створення прототипу та дизайну мобільного додатку.
6. Тестування (програмування) прототипу. Тестування прототипу (ітерації).
7. Вибір остаточного дизайну застосунку та доведення коду до відповідності вимогам.
8. Повідомлення результатів – поширення програмного продукту серед цільової аудиторії (учнівський клас чи педагогічний колектив).

Розглянемо вказані етапи детальніше.

На *першому* етапі слід чітко усвідомити, для чого потрібен мобільний додаток та яку проблему він вирішить під час освітнього процесу.

Наступний крок – пошук в мережі вже відомих розв'язків проблеми. Іноді вдається знайти схожий розв'язок, адже вже хтось можливо досліджував дану проблему. Спираючись на вже отримані результати іншими авторами, можна удосконалити або змінити код таким чином, щоб отримати найкращий результат.

Третій етап передбачає визначення критеріїв, яким має відповідати програмний продукт. Це важливий етап, оскільки дотримання критеріїв відповідності мобільного застосунку надалі зробить його корисним у використанні під час уроків та дозволить успішно розв'язати дидактичну мету або освітню проблему, заради якої він створювався. До таких критеріїв, наприклад, можуть належати стандартні вимоги, які пред'являють до програм для iOS, Android, Windows. Мобільний застосунок чи додаток повинен адаптуватися до різних пристроїв, давачів (сенсорів); враховувати різні умови та ситуації, такі як підключення до мережі, рівень заряду акумулятора, орієнтація пристрою в просторі, розмір екрана та його роздільну здатність, локалізацію і т. д.

На *четвертому* етапі слід остаточно визначитись з тим, що буде уявляти розроблений застосунок. Результатом цього має бути унікальна пропозиція – короткий опис основної ідеї додатка, яку роботу він виконує, для чого він призначений і кому; чому додаток кращий за інші і т.д.

П'ятий етап передбачає власне програмування та створення прототипу. На цьому етапі розробляють дизайн застосунку, що передбачає продумування наступних елементів: загальне оформлення програми, кольори, шрифти, іконки, анімації та інші візуальні ефекти з розгортання вікон або меню тощо. Прототип не вимагає детального та завершеного вигляду та бездоганну роботу, достатньо відобразити головну ідею. На початковому етапі прототип можна намалювати олівцем на папері або представити у вигляді ментальної карти. Ментальна карта допоможе уявити основні екрани, які будуть з'являтися на вашому мобільному пристрої, елементи меню та переходи між ними. На даному етапі можна скористатися онлайн-сервісами, які дозволять точно відтворити прототип і надалі протестувати. До таких сервісів слід віднести: Figma, Adobe XD, Marvel, Balsamiq, InVision, Scetch та інші. Вказані сервіси допоможуть не лише створити прототип, а й поділитися розробкою з іншими людьми, тобто працювати в команді.

На шостому етапі відбувається тестування прототипу. Після кожного тестування, вносять правки в код, який змінює функціонал застосунку або елементи дизайну. Тестування іноді проводять на різних пристроях, щоб з'ясувати, чи коректно працює застосунок відповідно до критеріїв, про які мова була на третьому етапі. Для програмування зазвичай використовують інтегровані середовища розробки (IDE). Наприклад, Xcode, Android Studio, Visual Studio, Eclipse, IntelliJ IDEA та ін.

Сьомий етап передбачає остаточне доведення застосунку до готового вигляду. Після тестування остаточно обирається функціонал та елементи інтерфейсу. Враховуються усі сервіси до яких буде мати доступ створюваний застосунок (камера, карти і т. д.). Повідомлення результатів – не менш важливий етап, на якому усі учасники освітнього процесу отримують застосунок для використання.

Проведений аналіз та бесіди з вчителями, показав, що зазвичай розробка мобільного застосунку для певних освітніх цілей вимагає багато робочого часу та володіння навичками програмування. Для того, аби оптимізувати витрати часу та спростити процес кодування, пропонуємо використовувати підхід «no-code», який останнім часом набуває все більшої популярності. No-code дає можливість користувачу без специфічних знань створити якісний мобільний застосунок, який відповідатиме усім вимогам Google Play або App Store. Для реалізації даного підходу, використовують конструктори, які дозволяють спочатку сформувати інтерфейс програми з іконок, кнопок, тексту за допомогою редактора drag-n-drop, а потім пов'язати елементи між собою та необхідними базами даних. Найбільш відомі конструктори: Bubble, Adalo, Thinkable, Glide, AppSheet, Wappler, Retool, Voiceflow, Zapier, Integromat та інші. Існує ще один варіант – використання шаблонів. Платформа no-code являє собою бібліотеки з шаблонами. Можна підібрати готове рішення (Codecanyon, Templatemonster, Codester та інші) та заповнити шаблон необхідними даними.

До недоліків no-code слід віднести послаблення рівня конфіденційності даних, що потребує пошуку інших шляхів їх дотримання. Також майбутнім вчителям слід мати базове розуміння роботи API. Якісний мобільний застосунок зазвичай інтегрується із зовнішніми сервісами, тому його розробник має розумітися на HTML і CSS, принципах побудови бази даних. З огляду на це, пропонований підхід буде доречним для здобувачів освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Середня освіта (Фізика. Інформатика)».

Висновки і перспективи подальших досліджень.

1. Технологія мобільного навчання докорінно змінює освітній процес. Використання на уроках фізики мобільних пристроїв вимагає ретельної підготовки з боку педагогів та батьківського колективу.

2. Методична система навчання фізики та природничих наук, яка включає технологію мобільного навчання, має відповідати певним критеріям. Головний критерій – мобільні застосунки мають відігравати роль засобів навчання поряд із «традиційними» засобами навчання. Це вимагає від майбутніх вчителів спеціальної підготовки, оскільки для слідування заданому критерію можливе за умови, що вчитель буде готовий самостійно розробити мобільний застосунок.

3. Загальний тренд на діджиталізацію освіти прискорює перехід на візуальне програмування. Одним з перспективних напрямів нам вбачається у використанні освітянами онлайн-платформ та сервісів, які дозволяють створювати мобільні застосунки в режимі no-code або low-code.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Жук Ю. О., Гривко А. В. Вивчення особистісних уявлень учнів 8-9 класів про можливість використання смартфонів для формування та розвитку наскрізних умінь. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2023. № 94(2). С. 1-18. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v94i2.5100>
2. Канівець О. В., Канівець І. М., Дудник В. В., Дрожчана О. У. Мобільний додаток з елементами доповненої реальності для пошуку аудиторії та евакуації з будівлі. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2023. № 96(4). С. 86-104. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v96i4.5295>
3. Ляшенко О. І., Терещук С. І. Застосування мобільної технології Plickers у процесі навчання фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. № 70(2). С. 59-70. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2738>
4. Овчарук О. В. Моніторинг готовності вчителів до використання цифрових засобів під час війни в Україні. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2023. № 98(6). С. 52-65. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v98i6.5478>
5. Про затвердження Санітарного регламенту для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОЗ України від 25.09.2020, № 2205. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text>
6. Терещук С. І. Технологія мобільного навчання : проблеми та шляхи вирішення. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія : Педагогічні науки*, 2016. Вип. 138. С. 178-180.
7. Терещук С. І., Колмакова В. О. Використання давачів мобільних пристроїв для проведення фізичного експерименту. *Відкрите освітнє е-середовище сучасного університету. Спецвипуск : Нові педагогічні підходи в STEAM освіті*. Київ : Київський університет імені Бориса Грінченка, 2019. С. 345-354. DOI: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s31>.
8. Aslina Saad, Fatin Naiemah Khairuluanar, Bahbibli Rahmatullah. The development of a mobile application ismind for formative students' assessment. *Information Technologies and Learning Tools*, 2023. Vol. 98, № 6. PP. 66-81.
9. A.Z.S. Ahmad Shahrizal et al. A Systematic Literature Review on the Use of Podcasts in Education Among University Students. *ASEAN Journal of Teaching & Learning in Higher Education*, 2022. 14(1). P. 222 DOI: <https://doi.org/10.17576/ajtlhe.1401.2022.10>
10. K. Fabian, K. J. Topping, and I. G. Barron. «Using mobile technologies for mathematics : effects on student attitudes and achievement». *Educational Technology Research and Development*. Vol. 66. No. 5. PP. 1119-1139. Oct. 2018. DOI: 10.1007/s11423-018-9580-3
11. S. Criollo-C, S. Luján-Mora, and A. Jaramillo-Alcázar. «Advantages and disadvantages of m-learning in current education» in 2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE). Buenos Aires, Argentina, 2018. PP. 1-6.
12. Y. T. Sung, K. E. Chang, and T. C. Liu. «The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance : A meta-analysis and research synthesis». *Comput Educ*. Vol. 94, PP. 252-275, Mar. 2016. DOI: 10.1016/j.compedu.2015.11.008.
13. UNESCO, Beyond disruption : technology enabled learning futures, 2020. *Edition of Mobile Learning Week*, 12-14 October 2020 : report/ Fengchun, M., Wayne, H. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377753>

REFERENCES:

1. Zhuk, Y. O., & Hryvko, A. V. (2023). Vyvchennia osobystisnykh uiaвлен uchniv 8–9 klasiv pro mozhlyvist vykorystannia smartfoniv dlia formuvannia ta rozvytku naskriznykh umin [Study on the Personal Perceptions of 8-9th Grade Students About the Possibility of Using Smartphones for the Cross-Cutting Skills Formation and Development]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby*

navchannia – Information Technologies and Learning Tools, 94(2), 1-18. Retrieved from: <https://doi.org/10.33407/itlt.v94i2.5100> [in Ukrainian].

2. Kanivets, O. V., Kanivets, I. M., Dudnyk, V. V., & Drozhchana, O. U. (2023). Mobilnyi dodatok z elementamy dopovnenoї realnosti dlia poshuku audytorii ta evakuatsii z budivli [A Mobile Application with Augmented Reality Elements for Audience Search and Evacuation from the Building]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 96(4), 86-104. Retrieved from: <https://doi.org/10.33407/itlt.v96i4.5295> [in Ukrainian].

3. Liashenko, O. I., & Tereshchuk, S. I. (2019). Zastosuvannia mobilnoi tekhnolohii Plickers u protsesi navchannia fizyky [Using the Mobile Technology Plickers in the Process of Learning Physics]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 70(2), 59-70. Retrieved from: <https://doi.org/10.33407/itlt.v70i2.2738> [in Ukrainian].

4. Ovcharuk, O. V. (2023). Monitorynh hotovnosti vchyteliv do vykorystannia tsyfrovyykh zasobiv pid chas viiny v Ukraini [Monitoring the Readiness of Teachers to Use Digital Tools During the War in Ukraine]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools*, 98(6), 52-65. Retrieved from: <https://doi.org/10.33407/itlt.v98i6.5478> [in Ukrainian].

5. Pro zatverdzhennia Sanitarnoho rehlamentu dlia zakladiv zahalnoi serednoi osvity [On approval of the Sanitary Regulations for general secondary education institutions] (2020). Nakaz MOZ Ukrainy vid 25.09.2020, № 2205. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1111-20#Text> [in Ukrainian].

6. Tereshchuk, S. (2016). Tekhnolohiia mobilnoho navchannia : problemy ta shliakhy vyrishennia [Mobile learning technology : problems and solutions]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu. Serii : Pedahohichni nauky – Bulletin of Chernihiv National Pedagogical University. Series : Pedagogical sciences*, 138, 178-180 [in Ukrainian].

7. Tereshchuk, S., & Kolmakova, V. (2019). Vykorystannia davachiv mobilnykh prystroiv dlia provedennia fizychnoho eksperymentu [Use of Mobile Device Sensors to Conduct the Physical Experiment]. *Vidkryte osvittnie e-seredovyshe suchasnoho universytetu – Electronic Scientific Professional Journal «Open Educational E-environment of Modern University»*, 345-354. Retrieved from: <https://doi.org/10.28925/2414-0325.2019s31> [in Ukrainian].

8. Aslina Saad, Fatin Naiemah Khairuluanar, Bahbib Rahmatullah. (2023). The development of a mobile application ismind for formative students' assessment. *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 98, 6, 66-81 [in English].

9. Ahmad Shahrizal, A.Z., Rahmatullah, B., Ab. Majid, M.H., Mohamad Samuri, S., Hidayanto, A.N., M. Yas, Q., & Purnama, S. (2022). A Systematic Literature Review on the Use of Podcasts in Education Among University Students. *Asean Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 14(1), 222. Retrieved from: <https://doi.org/10.17576/ajtlhe.1401.2022.10> [in English].

10. K. Fabian, K. J. Topping, and I. G. Barron. (2018). «Using mobile technologies for mathematics: effects on student attitudes and achievement». *Educational Technology Research and Development*, vol. 66, 5, 1119-1139. Retrieved from: <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9580-3> [in English].

11. S. Criollo-C, S. Luján-Mora, and A. Jaramillo-Alcázar, «Advantages and disadvantages of m-learning in current education» in 2018 IEEE World Engineering Education Conference (EDUNINE). Buenos Aires, Argentina, 1–6 [in English].

12. Y. T. Sung, K. E. Chang, and T. C. Liu. (2016). «The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance : A meta-analysis and research synthesis». *Comput Educ*, vol. 94, 252-275. Retrieved from: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.11.008> [in English].

13. UNESCO, Beyond disruption : technology enabled learning futures (2020). *Edition of Mobile Learning Week, 12-14 October 2020 : report/* Fengchun, M., Wayne, H. Retrieved from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377753> [in English].