УДК 53.08:004.382.74:371.3 DOI: 10.32626/2307-4507.2024-30.120-124

Наталія МИСЛІЦЬКА[1], Ірина СЛОБОДЯНЮК[2], Володимир ЗАБОЛОТНИЙ[3]

[1]КЗВО «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж»,
[2]КЗВО «Барський гуманітарно-педагогічний коледж ім. М. Грушевського»
[3]Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
e-mail: [1]mislitskay@gmail.com, [2]islobodianuk@gmail.com, [3]Zabvad@gmail.com;
ORCID: [1]0000-0002-1806-4737, [2]0000-0002-1249-8729, [3]0000-0002-7866-6000

МОБІЛЬНІ ЗАСТОСУНКИ В СИСТЕМІ ЗАСОБІВ РОЗВИТКУ ДОСЛІДНИЦЬКИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ УЧНІВ

Анотація. У статті досліджено використання мобільних застосунків для вивчення магнітного поля як сучасного інструменту розвитку дослідницьких компетентностей учнів. Зокрема, аналізуються функціональні можливості таких мобільних застосунків, як *Magnetometer 3D*, *Physics Toolbox Magnetometer*, *Gauss Meter,* Magnetic Field Detector, Smart Compass, Tesla Meter, Compass Galaxy, EMF Detector – Electromagnetic Field Finder, які дають можливість вимірювати характеристики магнітного поля, візуалізувати його у тривимірному просторі та аналізувати зміни в режимі реального часу. Висвітлено переваги інтеграції мобільних технологій у навчальний процес, зокрема їхню здатність підвищувати зацікавленість учнів, забезпечувати інтерактивність і доступність експериментів навіть у нестандартних умовах.

Описано приклади використання мобільних застосунків у фізичних експериментах, спрямованих на вивчення магнітного поля Землі, взаємодії магнітів, електромагнітних явищ та дослідження магнітних аномалій. Наведено завдання, які можна інтегрувати у базову і профільну школу для розвитку навичок планування експериментів, збору й аналізу даних, інтерпретації результатів і формулювання висновків, зокрема спостереження за зміною магнітного поля впродовж доби або тижня та аналіз отриманих даних; дослідження наявності електромагнітного випромінювання від побутових електроприладів. Результати дослідження підтверджують ефективність використання мобільних застосунків для підвищення інтересу учнів до фізики, розвитку їхніх критичного мислення, самостійності й практичних умінь. У статті акцентується увага на потенціалі мобільних технологій для змішаного та дистанційного навчання, що відкриває нові можливості для інновацій в освітньому процесі й покращення його якості.

Ключові слова: мобільні застосунки, магнітне поле, дослідницькі компетентності, магнітометри, Magnetometer 3D, навчання фізики, фізичний експеримент, інноваційні освітні технології.

Постановка проблеми. Сучасна освіта, зокрема, в рамках концепції НУШ, дедалі більше орієнтується на розвиток компетентностей, для забезпечення успішної самореалізації особистості в умовах швидкоплинних соціальних та технологічних змін. Однією з ключових компетентностей, важливою для підготовки молодого покоління до викликів XXI століття, є дослідницька компетентність. Вона передбачає здатність учнів розпізнати явище, формулювати запитання, планувати й виконувати дослідження, аналізувати та інтерпретувати дані, а також робити обґрунтовані висновки. Стрімкий розвиток цифрових технологій надав мобільні застосунки, які пропонують інноваційні підходи до організації такого виду діяльності. Станом на сьогодні ще недостатньо вивчено їхній потенціал у розвитку дослідницьких компетентностей учнів. Проблема полягає в тому, як інтегрувати мобільні застосунки в освітній процес так, щоб вони стали ефективним засобом підтримки й розвитку дослідницьких умінь, стимулював інтерес учнів до наукової діяльності та сприяв формуванню навичок самостійної діяльності. Це визначає необхідність дослідження теоретичних і практичних аспектів використання мобільних застосунків у системі розвитку дослідницьких компетентностей учнів, а також розробки методичних підходів до їх впровадження в навчальний процес.

Аналіз останніх досліджень і публікацій показує, що використання мобільних застосунків в освітньому процесі при вивченні природничих дисциплін, зокрема, фізики, хімії та біології, є предметом дослідження багатьох науковців, зокрема: Сальник І.В. [3, 8], Мідак Л.Я. [1], Грановської Т.Я. [4, 5], Нечипуренка П.П. [2, 7], Слободяник О.В. [12], Сіпія В.В. [10] Федчишин О.М. [13] та ін. Автори даного дослідження тривалий час апробовуються в освітньому процесі з фізики мобільні застосунки [6].

Незважаючи на широкий спектр мобільних застосунків, орієнтованих на освіту, їх потенціал для розвитку дослідницьких компетентностей учнів поки що використовується недостатньо ефективно. Це обумовлено кількома чинниками: *по-перше*, не всі мобільні додатки мають чітко визначену методологічну основу, що дозволяє інтегрувати їх в освітній процес; *по-друге*, відсутність систематичного підходу до інтеграції таких інструментів у навчальний процес та недостатня обізнаність педагогів щодо методик їх застосування. Це ставить перед учнями-дослідниками й освітянами важливе завдання – розробити стратегії й методи, які б сприяли оптимальному використанню мобільних технологій для формування дослідницьких навичок учнів.

Для дослідження можливостей інтеграції мобільних застосунків у процес формування дослідницьких компетентностей учнів, у межах даної статті, виберемо тему «Магнітне поле», оскільки часто її вивчення обмежується теоретичним викладом або простими лабораторними дослідами, які не завжди демонструють повну картину властивостей такого виду матерії та відповідно їх вияв та використання у житті та діяльності людини.

Дослідження магнітного поля особливо актуальне не лише через його складність для візуалізації, але й через те, що магнітні поля буквально оточують нас у повсякденному житті. Від природного магнітного поля Землі, яке забезпечує орієнтацію компаса і захищає планету від сонячного вітру, до магнітних полів, створюваних людською діяльністю. Сучасні техноло-

 © Наталія МИСЛІЦЬКА, Ірина СЛОБОДЯНЮК, Володимир ЗАБОЛОТНИЙ, 2024

гії, такі як електронні пристрої, мережі електропередач, магнітні замки, медичне обладнання (наприклад, апарати МРТ), використовують або створюють магнітні поля. Тому розуміння природи магнітного поля допомагає не лише вивчати фізику, але й усвідомлювати, як працює обладнання, механізми технології тощо, що нас оточують. Використовуючи інтерактивний контент мобільних застосунків можна змоделювати магнітне поле віртуально, вимірювати магнітну індукцію за допомогою вбудованих датчиків смартфона, створювати інтерактивні графіки розподілу магнітного поля тощо.

Метою описаного дослідження є огляд мобільних застосунків для вивчення магнітного поля та детальний опис дидактичних та технічних можливостей мобільного застосунку Magnetometer 3D для розвитку дослідницьких компетентностей учнів.

Методологія дослідження. У процесі дослідження використано комплекс методів, що забезпечують досягнення поставленої мети, а саме **теоретичні методи**: аналіз наукової та методичної літератури з фізики, педагогіки й освітніх технологій для вивчення існуючих підходів до використання мобільних застосунків у навчальному процесі; узагальнення й систематизація даних про фізичні явища магнітного поля та можливості його дослідження за допомогою мобільних технологій; **емпіричні методи**: тестування мобільних застосунків, що використовуються для дослідження магнітного поля, з метою оцінки їх функціональності, точності та зручності використання; спостереження та опитування учнів щодо досвіду використання мобільних застосунків у навчанні.

Виклад основного матеріалу. Наведемо результати огляду популярних мобільних застосунків магнітометрів, які дають можливість вивчати властивості магнітних полів за допомогою вбудованих сенсорів смартфона:

1. Physics Toolbox Magnetometer є інструментом серії застосунків Physics Toolbox для наукових вимірювань, розроблених компанією Vieyra Software, дає можливість вимірювати силову характеристику магнітного поля в мікротеслах (μT) та відображає її значення в режимі реального часу. Може бути запропоноване в освітніх експериментах під час навчання основам магнетизму.

2. Gauss Meter – застосунок, що вимірює індукцію магнітного поля в різних одиницях, таких як мілігаус (mG) або мікротесла (μT). Має простий інтерфейс та може використовуватись для базових вимірювань індукції магнітного поля навколишніх об'єктів, для виявлення магнітів або визначення рівня електромагнітного випромінювання.

3. Smart Compass (від Smart Tools) має вбудований магнітометр, який можна використовувати як компас для вимірювання напряму вектора магнітної індукції. Також показує числове значення магнітної індукції, що може бути використано для досліджень магнітних аномалій або пошуку магнітних матеріалів.

4. Magnetic Field Detector – проста програма для вимірювання інтенсивності магнітного поля, яка показує величину індукції магнітного поля в мікротеслах. Має мінімалістичний інтерфейс і може використовуватися для перевірки наявності магнітних полів.

5. Tesla Meter для вимірювання сили магнітного поля в теслах або гаусах. Підходить для дослідження магнітних полів різної інтенсивності, зокрема у фізичних експериментах з вимірювання магнітної індукції поблизу електромагнітних пристроїв.

6. Compass Galaxy виконує функцію компаса та магнітометра. Демонструє значення магнітної індукції навколо пристрою, а також допомагає користувачеві визначати її напрямок. Дає можливість проводити вимірювання на відкритому повітрі.

7. EMF Detector – Electromagnetic Field Finder вимірює силову характеристику магнітного поля навколо електричних приладів та кабелів.

Описані мобільні застосунки дають змогу використовувати смартфон як портативний магнітометр для вимірювання та аналізу магнітних полів, що робить їх зручними для освітніх, наукових і практичних цілей (*рис. 1*).

В нашому дослідженні використовувався мобільний застосунок Magnetometer 3D, призначений для вимірювання і візуалізації магнітних полів у тривимір-

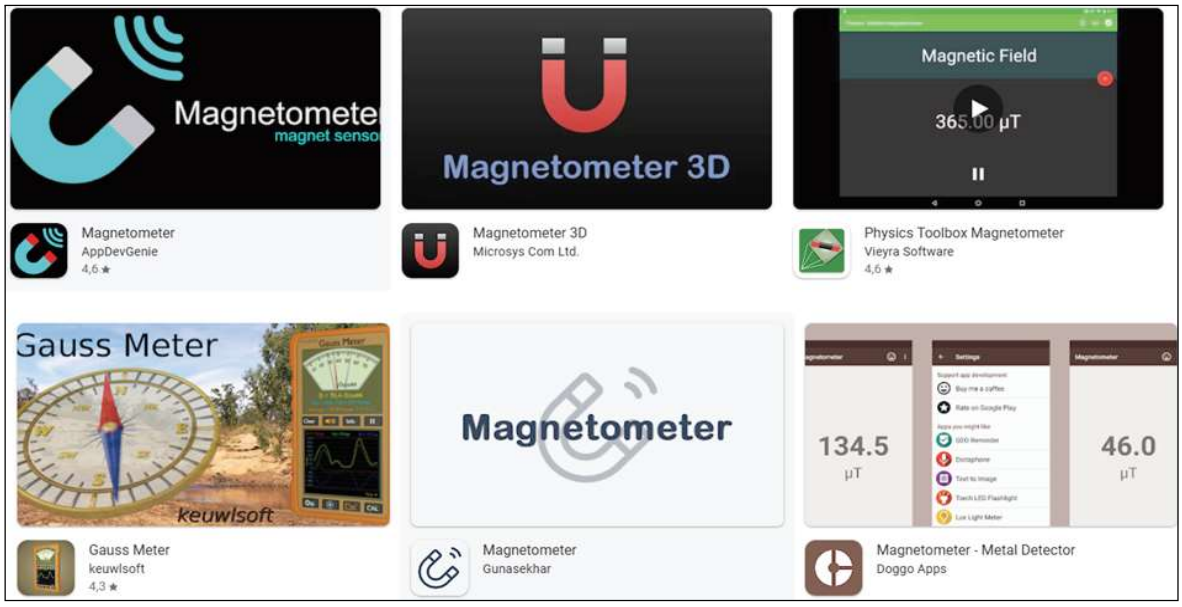

Рис. 1. *Фото інтерфейсу окремих мобільних застосунків для вимірювання індукції магнітного поля.*

ному просторі. Застосунок використовує вбудований у смартфон або планшет магнітометр (датчик магнітного поля), який зазвичай входить до складу електронного компаса і дає змогу вимірювати магнітну індукцію в реальному часі та відображати дані на екрані у тривимірному форматі.

Окремі експерименти з використанням даного застосунку пропонуємо використовувати вже під час вивчення магнітних явищ в базовій школі. Найбільш повно дидактичний потенціал магнітометру можна використати в профільній школі під час розвитку поняття магнітної індукції, а також для дослідження впливу зовнішніх магнітів на магнітне поле.

Зосередимо увагу на важливих технічних можливостях даного магнітометра, які вирізняють його серед інших. По-перше, є можливість вимірювати силу магнітного поля в одиницях індукції магнітного поля – мікротеслах (μT) в реальному часі, що важливо для різних експериментів, таких як вимірювання сили поля поблизу магнітів або електронних пристроїв. По-друге – це тривимірна візуалізація магнітного поля і відображення результату вимірювання у вигляді тривимірного графіка, що дає змогу учневі бачити напрям і величину магнітного поля в просторі: вздовж трьох осей (X, Y, Z), тим самим визначати напрямок індукції поля відносно пристрою. Вбудовані графіки показують дані в реальному часі, дозволяючи спостерігати за коливаннями поля і аналізувати його зміни на часовій шкалі. Це важливо для розуміння дії магнітного поля в різних напрямках і для спостереження за його змінами в залежності від положення датчика. Учень також може бачити фіксувати значення магнітного поля для кожної з осей окремо, а також загальну силу магнітного поля в обраному місці. Оскільки програма працює в реальному часі, можна відслідковувати, як змінюється магнітне поле під час руху пристрою або при зміні його положення. Оскільки Magnetometer 3D вимірює фон магнітного поля Землі, це можна використати для проведення експериментів з геофізики, таких як дослідження магнітних аномалій або визначення напрямку північного магнітного полюсу. У додатку можна порівнювати фонове магнітне поле з полем, створеним штучними магнітами, що дає можливість зрозуміти, як магнітні поля взаємодіють одне з одним. Magnetometer 3D підтримує функцію калібрування, що дозволяє налаштувати датчик магнітного поля для більш точних вимірювань. Це важливо у випадках, коли сенсор може бути збитий під впливом зовнішніх магнітних полів або інших факторів, що можуть викликати похибки у вимірюваннях.

Вивчивши функціонал даного магнітометра, нами запропоновано його використання для проведення простих фізичних досліджень:

1. Вивчення магнітного поля Землі: використовуючи Magnetometer 3D, пропонуємо учням досліджувати силову характеристику магнітного поля Землі: визначати її напрямок і величину у певній місцевості. Це допомагає зрозуміти інформацію про магнітне поле Землі та використання магнітного компаса.

2. Дослідження взаємодії між магнітами: застосунок дає можливість вимірювати силу і напрямок магнітного поля поблизу різних магнітів. Це можна використати для дослідження взаємодії магнітів один з одним і зміни поля в залежності від відстані між ними. Учням можна запропонувати спостереження за змінами поля під час руху одного магніту навколо іншого, що допомагає краще зрозуміти принципи магнітної взаємодії.

3. Дослідження електромагнітних полів: Magnetometer 3D використовуємо для вимірювання магнітних полів, створених електромагнітними пристроями, наприклад, кабелями під напругою або електромоторами. Це використовуємо для проведення експериментів з електромагнетизму і дослідження явища виникнення магнітне поле навколо провідника зі струмом.

4. Експерименти з екранами для магнітного поля: можна провести експерименти на тему екранування магнітних полів, використовуючи різні матеріали для блокування магнітного впливу. Це дозволяє вивчати властивості різних матеріалів і їхню здатність блокувати або послаблювати магнітні поля.

5. Дослідження магнітних аномалій: застосунок корисний для виявлення магнітних аномалій у навколишньому середовищі. Використовуємо для геофізичних досліджень, таких як пошук магнітних порушень у ґрунті, які можуть вказувати на наявність руд або інших підземних структур.

Нижче наводимо приклад одного із розроблених нами завдань та інструктивних матеріалів для учнів 9-го класу, яке можна виконувати на основі описаного мобільного застосунку. Також таке завдання можна пропонувати учням старшої школи, які вивчають фізику як окремий предмет, так і курс «Природничі науки».

Завдання 1. *Дослідження наявності електромагнітного випромінювання від побутових електроприладів. Метою цього завдання є дослідження рівня електромагнітного випромінювання, яке створюють побутові електроприлади. Це допоможе оцінити їхній вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини.*

Матеріали, прилади, засоби:

- *Мобільний пристрій з встановленим додатком Magnetometr3D*
- *Зошит або таблиця в електронному вигляді для запису даних*
- *Різні електроприлади (телевізор, холодильник, мікрохвильова піч, пральна машина та інші)*

Хід роботи.

1. Підготовчий етап:

- *Ознайомтесь з інтерфейсом додатку Magnetometr3D. Зверніть увагу на одиниці вимірювання магнітної індукції (наприклад, мкТл).*
- *Створіть таблицю для запису даних. У таблиці повинні бути наступні колонки:*

Назва електроприладу	*Відстань від приладу (см)*	*Значення X-компоненти індукції магнітного поля*	*Значення Y-компоненти індукції магнітного поля*	*Значення Z-компоненти магнітного поля*	*Величина результуючого індукції магнітного поля*

2. Проведення вимірювань:

- *Включіть електроприлад і дочекайтесь його стабільного режиму роботи.*
- *Розмістіть мобільний пристрій з додатком Magnetometr3D на різних відстанях від приладу (наприклад, 10 см, 20 см, 50 см).*

– *Для кожної відстані зробіть кілька вимірювань і обчисліть середнє значення.*
– *Запишіть отримані дані в таблицю.*
– *Повторіть процедуру для всіх обраних електроприладів.*
– *Виміряйте фонове значення магнітного поля (без увімкнених приладів) для порівняння.*

3. Обробка даних: побудуйте графіки залежності величини магнітного поля від відстані до приладу для кожного електроприладу.

– *Порівняйте отримані графіки. Зверніть увагу на відповіді на такі питання:*
  - *Який прилад створює найсильніше магнітне поле?*
  - *Як змінюється величина магнітного поля зі збільшенням відстані до приладу?*
  - *Чи є суттєва різниця між фоновим значенням і значеннями, отриманими поблизу працюючих приладів?*

4. Аналіз результатів:

– *Порівняння приладів: зробіть висновок про те, який з досліджених приладів створює найсильніше магнітне поле.*
– *Вплив відстані: проаналізуйте, як змінюється інтенсивність магнітного поля зі збільшенням відстані до приладу. Зробіть висновок про швидкість зменшення магнітного поля.*
– *Порівняння з нормами: якщо у вас є інформація про допустимі рівні магнітного випромінювання, порівняйте отримані результати з цими нормами.*
– *Заходи безпеки: зробіть висновки щодо безпеки використання досліджених приладів.*

На основі проведеного дослідження зробіть загальний висновок про рівень електромагнітного випромінювання побутових електроприладів. Поясніть, які фактори можуть впливати на інтенсивність цього випромінювання.

Слід звернути увагу на певні зауваження. Для більш точних результатів бажано проводити вимірювання в різних точках навколо приладу. Магнітне поле може змінюватися в залежності від режиму роботи приладу. Для більш детального аналізу можна використовувати спеціальне програмне забезпечення для обробки даних.

Це завдання допоможе краще зрозуміти принципи роботи електромагнітних полів та оцінити їхній вплив на наше життя.

Висновки і перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного дослідження встановлено, що використання мобільних застосунків для вивчення магнітного поля є ефективним інструментом для підвищення зацікавленості учнів, розвитку їхніх дослідницьких компетентностей і формування практичних навичок роботи з фізичними явищами. Мобільні застосунки забезпечують інтерактивність навчального процесу, доступність експериментальних досліджень у нестандартних умовах та сприяють оволодінню сучасними методами вимірювань. Зокрема, використання мобільних пристроїв для вимірювання магнітних полів дозволяє проводити експерименти в реальному часі з точністю, достатньою для шкільного рівня фізики; візуалізувати результати вимірювань, що полегшує їхній аналіз та інтерпретацію; стимулювати учнів до самостійного пошуку рішень і глибшого розуміння фізичних явищ. Важливим є ще один аспект. Участь учня у такому виді робіт формує розуміння про гаджет не тільки як засіб, наприклад, спілкування, а як вимірювальний засіб, джерело інформації про навколишній світ.

Перспективи подальших досліджень полягають у розширенні спектра мобільних застосунків, що використовуються в освітньому процесі, та їхній адаптації для вивчення інших фізичних явищ; дослідженні можливостей інтеграції мобільних застосунків у змішане та дистанційне навчання для забезпечення рівного доступу до сучасних освітніх технологій; розробці рекомендацій щодо поєднання мобільних технологій з іншими інноваційними інструментами (віртуальна реальність, симуляції тощо) для підвищення ефективності навчання; вивченні впливу систематичного використання мобільних застосунків на формування критичного мислення, креативності та інших ключових компетентностей учнів.

Таким чином, мобільні технології відкривають широкі можливості для інновацій у фізичній освіті, а їхнє подальше дослідження сприятиме якісному оновленню навчального процесу.

Список використаних джерел:

1. Midak L.Ya., Kravets I.V., Kuzyshyn O.V., Pahomov J.D., Lutsyshyn V.M., Uchitel A.D. Augmented reality technology within studying natural subjects in primary school. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. P. 251–261.
2. Nechypurenko P.P., Semerikov S.O., Selivanova T.V., Shenayeva T.O. How can the principles of learning be used to select the best ICT tools for computer-based chemistry instruction in high school? *Educational Dimension*. 2022. Vol. 59. P. 188–241.
3. Вихристюк М.В., Сальник І.В. Запровадження технологій мобільного навчання. *Наукові записки молодих учених*. 2022. № 10. URL: https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1977/pdf
4. Грановська Т.Я. Застосування засобів мобільних технологій для навчання учнів предметам циклу точних і природничих наук. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. 2018. Вип. 61. С. 49–52.
5. Лукшин І.В., Грановська Т.Я. Можливості мобільних додатків для проведення спектрального аналізу в хімічному експерименті. *Харківський природничий форум*: четверта міжнародна конференція молодих учених, м. Харків, 16–17 квітня 2021 р. Харків: ХНПУ, 2021. С. 154–156.
6. Мисліцька Н.А., Колесникова О.А., Заболотний В.Ф., Семенюк Д.С. Дидактичний потенціал технології мобільного навчання. *Сучасні інформаційні технології та інноваційні методики навчання у підготовці фахівців: методологія, теорія, досвід, проблеми*. Київ-Вінниця: ТОВ «Планер», 2020. Вип. 22. С. 284–288.
7. Нечипуренко П.П. Інформаційно-комунікаційні технології як засіб формування дослідницьких компетентностей старшокласників у профільному навчанні хімії: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.10. Кривий Ріг, 2017. 424 с.
8. Пудова С.С. Використання мобільного телефону в навчальному процесі. *Фізико-математична освіта*. 2018. Вип. 2(16). С. 97–101.
9. Сальник І.В. Мобільні пристрої та сучасне освітнє програмне забезпечення у навчанні фізики в закладах

загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Том 73, № 5. С. 1–14.
10. Сіпій В.В. Формування в учнів основної школи політехнічного складника предметної компетентності з фізики: дис. ... канд. пед. наук: 13.00.02. Кропивницький, 2018. 330 с.
11. Скрипка Г.В. Використання мобільних додатків для проведення навчальних досліджень під час вивчення предметів природничо-математичного циклу. *Комп'ютер у школі та сім'ї*. 2015. № 3. С. 28–31.
12. Слободяник О.В. Мобільні додатки на уроках фізики. *Фізико-математична освіта*: науковий журнал. 2017. Вип. 4 (14). С. 293–298.
13. Федчишин О.М., Мохун С.В. Методичні основи використання мобільних додатків на уроках фізики. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук в контексті вимог Нової української школи*: збірник тез доповідей ІІІ Міжнародної науково-практичної конференції, 26-27 травня 2022 року. С. 240–244.

Natalia MYSLITSKA[1], Iryna SLOBODIANIUK[2], Volodymyr ZABOLOTNYI[3]

[1]Municipal Institution of Higher Education «Vinnitsia Humanitarian Pedagogical College»
[2]Municipal Institution of Higher Education «Bar Humanitarian Pedagogical College named after Mykhailo Hrushevsky»
[3]Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University

MOBILE APPLICATIONS IN THE SYSTEM OF TOOLS FOR DEVELOPING STUDENTS' RESEARCH COMPETENCIES

Abstract. The use of mobile applications for studying the magnetic field as a modern tool for developing students' research competencies is explored in the article. The functionalities of such mobile applications as Magnetometer 3D, Physics Toolbox Magnetometer, Gauss Meter, Magnetic Field Detector, Smart Compass, Tesla Meter, Compass Galaxy, EMF Detector – Electromagnetic Field Finder, in particular, are analyzed, which make it possible to measure the characteristics of the magnetic field, visualize it in three-dimensional space and analyze changes in real time. The advantages of integrating mobile technologies into the educational process are highlighted, in particular, their ability to increase students' interest, ensure interactivity and accessibility of experiments even in non-standard conditions. Examples of the use of mobile applications in physics experiments are described, which are aimed at studying the Earth's magnetic field, the interaction of magnets, electromagnetic phenomena, and the study of magnetic anomalies. Tasks are presented that can be integrated into basic and specialized schools to develop skills in planning experiments, collecting and analyzing data, interpreting results, and drawing conclusions, including observing changes in the magnetic field during a day or week and analyzing the data; investigating the presence of electromagnetic radiation from household appliances. The results of the study confirm the effectiveness of using mobile applications to increase students' interest in physics, develop their critical thinking, independence, and practical skills. The article focuses on the potential of mobile technologies for blended and distance learning, which opens up new opportunities for innovation in the educational process and improvement of its quality.

Key words: mobile applications, magnetic field, research competencies, magnetometers, Magnetometer 3D, physics education, physical experiment, innovative educational technologies.

References:

1. Midak L.Ya., Kravets I.V., Kuzyshyn O.V., Pahomov J.D., Lutsyshyn V.M., Uchitel A.D. Augmented reality technology within studying natural subjects in primary school. *CEUR Workshop Proceedings*. 2020. P. 251–261.
2. Nechypurenko P.P., Semerikov S.O., Selivanova T.V., Shenayeva T.O. How can the principles of learning be used to select the best ICT tools for computer-based chemistry instruction in high school? *Educational Dimension*. 2022. Vol. 59. P. 188–241.
3. Vykhrystiuk M.V., Salnyk I.V. Zaprovadzhennia tekhnolohii mobilnoho navchannia. *Naukovi zapysky molodykh uchenykh*. 2022. № 10. URL: https://phm.cuspu.edu.ua/ojs/index.php/SNYS/article/view/1977/pdf
4. Hranovska T.Ia. Zastosuvannia zasobiv mobilnykh tekhnolohii dlia navchannia uchniv predmetam tsyklu tochnykh i pryrodnychykh nauk. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh*. 2018. Vyp. 61. S. 49–52.
5. Lukshyn I.V., Hranovska T.Ia. Mozhlyvosti mobilnykh dodatkiv dlia provedennia spektralnoho analizu v khimichnomu eksperymenti. *Kharkivskyi pryrodnychyi forum*: chetverta mizhnarodna konferentsiia molodykh uchenykh, m. Kharkiv, 16–17 kvitnia 2021 r. Kharkiv: KhNPU, 2021. S. 154–156.
6. Myslitska N.A., Kolesnykova O.A., Zabolotnyi V.F., Semeniuk D.S. Dydaktychnyi potentsial tekhnolohii mobilnoho navchannia. *Suchasni informatsiini tekhnolohii ta innovatsiini metodyky navchannia u pidhotovtsi fakhivtsiv*: *metodolohiia, teoriia, dosvid, problemy*. Kyiv-Vinnytsia: TOV «Planer», 2020. Vyp. 22. S. 284–288.
7. Nechypurenko P.P. Informatsiino-komunikatsiini tekhnolohii yak zasib formuvannia doslidnytskykh kompetentnostei starshoklasnykiv u profilnomu navchanni khimii: dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.10. Kryvyi Rih, 2017. 424 s.
8. Pudova S.S. Vykorystannia mobilnoho telefonu v navchalnomu protsesi. *Fizyko-matematychna osvita*. 2018. Vyp. 2 (16). S. 97–101.
9. Salnyk I.V. Mobilni prystroi ta suchasne osvitnie prohramne zabezpechennia u navchanni fizyky v zakladakh zahalnoi serednoi osvity. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia.* 2019. Tom 73, № 5. S. 1–14.
10. Sipii V.V. Formuvannia v uchniv osnovnoi shkoly politekhnichnoho skladnyka predmetnoi kompetentnosti z fizyky: dys. ... kand. ped. nauk: 13.00.02. Kropyvnytskyi, 2018. 330 s.
11. Skrypka H.V. Vykorystannia mobilnykh dodatkiv dlia provedennia navchalnykh doslidzhen pid chas vyvchennia predmetiv pryrodnycho-matematychnoho tsyklu. *Kompiuter u shkoli ta simi*. 2015. № 3. S. 28–31.
12. Slobodianyk O.V. Mobilni dodatky na urokakh fizyky. *Fizyko-matematychna osvita*: naukovyi zhurnal. 2017. Vyp. 4 (14). S. 293–298.
13. Fedchyshyn O.M., Mokhun S.V. Metodychni osnovy vykorystannia mobilnykh dodatkiv na urokakh fizyky. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychykh nauk v konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly*: zbirnyk tez dopovidei III Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, 26-27 travnia 2022 roku. S. 240–244.

Отримано 20.10.2024