

МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗМІСТУ ФІЗИЧНОЇ ОСВІТИ У ГІМНАЗІЇ В КОНТЕКСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ STEM-ОСВІТИ В УКРАЇНІ

У статті описано результати моніторингового дослідження модернізації змісту фізичної освіти в основній школі (гімназії) у контексті впровадження STEM в закладах загальної середньої освіти. Особливістю освітнього простору, що створено в закладах, що впроваджують STEM є його цифровізація, що знайшло відображення в широкому використанні цифрових лабораторій та власних пристроїв учнів в освітньому процесі з фізики. При оновленні навчальних програм на компетентнісній основі частково враховано зміни освітнього простору та надано право вчителю самостійно адаптувати навчальні програми.

Використання цифрових вимірювальних комплексів у освітньому процесі потребує оновлення змістового наповнення навчальної програми з фізики, а саме, вже з перших уроків фізики учнів треба ознайомити з особливостями проведення вимірювань за допомогою цифрових приладів.

Допомогти в набутті політехнічних знань можуть мобільні вимірювальні комплекси – смартфони. Вимірявши за допомогою смартфонів пройдену відстань, час руху, миттєву швидкість, кількість кроків, можна скласти значну кількість задач, використовуючи значення фізичних величин, отриманих під час вимірювання.

Моделювання фізичних процесів за допомогою комп'ютера у лабораторному експерименті мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Учні повинні вміти працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами.

Ключові слова: методика навчання фізики, фізичний експеримент, цифрові вимірювальні комплекси, STEM, BYOD.

Постановка проблеми. Концептуальні засади реформування загальної середньої освіти передбачають оновлення освітнього процесу на компетентнісній основі. Відбулось оновлення державних освітніх стандартів, які передбачають компетентнісний підхід до освіти підростаючого покоління [2; 3], заклади загальної середньої освіти отримують цифрове навчальне обладнання [7], відбувається оновлення змісту фізичної освіти в основній школі, посилення її політехнічної складової. Школярі повинні швидко адаптуватись в сучасному високотехнологічному мінливому світі, бути готовими до використання сучасних технічних надбань цивілізації, вміти безпечно їх використовувати, бути екологічно свідомими.

Одним з актуальних напрямів модернізації природничо-математичної освіти є система навчання STEM. Сьогодні в Україні елементи STEM-освіти все активніше впроваджується у різні освітні програми, створюються STEM-центри, проводяться міжнародні конференції тощо. Вивченню проблеми впровадження STEM-освіти в Україні

присвячені дослідження таких вчених, як О. Бутурліної, В. Вовкотруба, М. Головка, Н. Гончарової, Д. Васильєвої, А. Дробіна, Т. Засекіної, І. Каменєвої, О. Кузьменко, О. Патрикєєвої, Н. Поліхун, М. Садового, І. Сліпухіної, О. Стрижака та ін.

Наука та техніка стрімко розвиваються й навчальні програми потребують оновлення й включення до змісту сучасних STEM знань та навичок. Елементи STEM-освіти здебільшого впроваджуються у позаурочній і позашкільній освіті й назріла потреба їх включення до змістової частини навчальної програми з фізики для гімназії (основної школи).

Метою статті є висвітлення результатів моніторингового дослідження модернізації змісту фізичної освіти в основній школі в закладах загальної середньої освіти, що впроваджують STEM-орієнтовані методики навчання фізики.

Аналіз елементів змісту навчальних програм з фізики, що потребують оновлення та успішно впроваджуються в закладах загальної середньої освіти, науково обґрунтовано в дисертаційних дослідженнях українських вчених й можуть бути включені до навчальних програм при подальшому їх оновленні на компетентнісній основі.

Виклад основного матеріалу. Дослідженням оновлення методики навчання фізики з використанням цифрових засобів навчання займався ряд вчених, а саме: В. Бузько, Ю. Єчкало, О. Забара, О. Задорожня, А. Петриця, В. Слюсаренко, Д. Соменко, В. Сіпій, О. Трифонова, М. Хомутенко, І. Чернецький та ін.

В європейському освітньому просторі використання цифрових вимірювальних систем є звичайним явищем ще з минулого століття. Цифрові лабораторії, що використовуються в школах та коледжах Європи, містять набір датчиків та аналогово-цифровий перетворювач, що підключено до комп'ютера на якому встановлено програмне забезпечення для аналізу результатів експерименту [6]. Це обладнання прийшло на зміну аналоговим вимірювальним приладам й має ряд особливостей його використання.

Останнім часом заклади загальної середньої освіти почали отримувати цифрові вимірювальні комплекси. Зокрема, навчальні заклади, що впроваджують STEM-орієнтовані методики навчання переважно забезпечені сучасним навчальним обладнанням, активно використовують в освітньому процесі різноманітні датчики, комп'ютерні плати з аналого-цифровими перетворювачами [8]. Разом з тим більшість закладів загальної середньої освіти не має такого обладнання через відсутність його централізованого постачання і недостатнє фінансування оновлення матеріально-технічного оснащення кабінетів природничого циклу.

Вимоги до специфікації обладнання вимірювального комплексу визначені наказом Міністерства освіти та науки України № 704 від 22.06.2016 року «Про затвердження

Типового переліку засобів навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів». Відповідно до цього наказу «цифровий вимірювальний комп'ютерний комплекс для кабінету фізики підключається до комп'ютера USB-порту комп'ютера, має можливість бездротового та/або дротового способу під'єднання або має автономний режим з безпосереднім виводом результатів на вбудований екран з можливістю подальшого їх перенесення для обробки до основного комп'ютера» [7]. Результати вимірювань можна відобразити на цифровому екрані, що вбудовано в цифровий вимірювальний комплекс, а також передати зображення й дані на смартфони учнів чи комп'ютер вчителя з подальшим відображенням на інтерактивній дошці.

Використанні цифрових вимірювальних комплексів у освітньому процесі потребує оновлення змістового наповнення навчальної програми з фізики, а саме вже з перших уроків фізики учнів треба ознайомити з особливостями проведення вимірювань за допомогою цифрових приладів.

При вивченні розділу «Фізика як природнича наука. Пізнання природи» у 7 класі починаємо озброювати учнів методами пізнання природи. Підліток в цьому віці вже відчуває психологічну готовність до навчально-пізнавальної діяльності, це робить його дорослим в своїх очах. Вивчаючи методи пізнання природи, формуємо пізнавальний інтерес. Учень здобуває політехнічні знання, уміння й досвід практичної роботи. Поряд з традиційними приладами для вимірювання довжини та об'єму для формування ціннісного ставлення до сучасної цифрової техніки доцільно ознайомити учнів з лазерним далекоміром, лічильниками об'єму спожитої води, газу та особливостями їх використання.

Традиційно при вивченні цієї теми здобувачі освіти набувають знань про невизначеність (похибку) вимірювань використовуючи аналогові прилади. Навчаються визначати ціну поділки шкали аналогового приладу, але у сучасному побуті й виробництві використовуються переважно цифрові вимірювальні прилади (різноманітні датчики). Тому необхідно для формування політехнічного складника предметної компетентності учнів основної школи з фізики вже з перших уроків знайомити їх з цифровими вимірювальними приладами, особливостями зняття їх показів й оцінки точності вимірювання.

Виробниками цифрових вимірювальних комплексів розроблено навчально-методичне забезпечення у якому запропоновано до кожного датчика лабораторні роботи та демонстрації, а також приклади завдань для навчальних проектів, які можна запропонувати учням з використанням цифрової лабораторії. Відповідно до вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти у 2012 році була

розроблена навчальна програма з фізики для 7–9 класів загальноосвітніх навчальних закладів [4], яка зазнала розвантаження у 2016 та оновлення у 2017 році відповідно до положень концепції «Нова українська школа». В оновленій пояснювальній записці до навчальної програми [5] зазначено, що перелічені в програмі демонстраційні досліди й лабораторні роботи є необхідними й достатніми щодо вимог Державного стандарту базової і повної загальної середньої освіти, але залежно від умов і наявної матеріальної бази фізичного кабінету вчитель може замінювати окремі роботи або демонстраційні досліди рівноцінними. Проте на практиці лише поодинокі вчителі-новатори наважуються на заміну рекомендованого списку лабораторних робіт й широке використання цифрових вимірювальних комплексів з обробкою результатів фізичного експерименту на комп'ютері.

Широкого розповсюдження в школах набуло використання віртуальних лабораторних робіт за допомогою серії педагогічно-програмних засобів "Віртуальна фізична лабораторія". Ці засоби дають можливість виконати лабораторну роботу за допомогою імітаційної моделі. Ми погоджуємось з думкою М. Садового [9], що моделювання фізичних процесів за допомогою комп'ютера у лабораторному експерименті мало сприяє формуванню в школярів експериментаторських умінь та навичок. Учні повинні вміти працювати з реальними фізичними приладами, збирати експериментальні установки, користуватись вимірювальними приладами. Вважаємо, що віртуальні лабораторні роботи можуть виконуватися з метою підготовки до виконання реальної лабораторної роботи в фізичному кабінеті, або після її виконання з метою закріплення отриманих вмінь і навичок та розширення можливостей шкільного фізичного експерименту.

У наукових дослідженнях останніх років теоретичні аспекти мобільного навчання розв'язують такі науковці, як Н. Гончарова, Р. Гуревич, І. Мазурок, Н. Рашевська та інші. Технологія мобільного навчання з використанням принципу BYOD у процесі навчання фізики сприяє розвитку в учнів навчально-пізнавальної активності, самостійності, а також формуванню та розвитку ключових компетентностей.

BYOD (Bring Your Own Devices – «візьми свій власний пристрій») – це принцип активного використання для навчальних занять смартфонів, ноутбуків, планшетів та інших цифрових пристроїв. Але ці пристрої не надаються навчальним закладом, а використовують власні пристрої школярів. Використання цього принципу у школі тісно пов'язано з використанням принципу політехнізму й дозволяє підвищити ефективність навчання на уроках фізики [11].

Різноманітні арифметичні розрахунки, що доводиться виконувати учням

розв'язуючи практико-орієнтовані задачі чи опрацьовуючи результати експерименту потребують використання калькулятора. Слід привчати учнів до використання інженерного (наукового) калькулятора як окремого приладу, так і як додатку для смартфонів. Інтерфейси калькуляторів різних виробників можуть суттєво різнитись, проте всі вони дозволяють виконувати операції з числами поданими у стандартному вигляді.

Для розв'язування практико-орієнтованих задач доцільно також познайомити учнів з програмами-конверторами в СІ позасистемних одиниць довжини та об'єму, що зустрічаються в літературних творах чи традиційно використовуються в різних галузях промисловості, транспорті країн Європейського союзу.

Одним з перспективних напрямів використання смартфонів та планшетів в освітньому процесі є використання додатків доповненої реальності [1]. За допомогою цієї технології можна оживити сторінки підручників й показати фізичні процеси у динаміці. Ми погоджуємось, що це збільшить мотивацію до навчання, підвищить рівень засвоєння інформації внаслідок різноманітності та інтерактивності її візуального представлення, сприятиме формуванню дослідницьких умінь, розвитку пам'яті, уваги, мислення.

Допомогти в набутті політехнічних знань можуть мобільні вимірювальні комплекси – смартфони. Вимірявши за допомогою смартфонів пройдену відстань, час руху, миттєву швидкість, кількість кроків, можна скласти значну кількість задач, використовуючи значення фізичних величин, отриманих під час вимірювання. Крім того, є значна кількість мобільних фітнес застосунків, що оперують цими фізичними величинами й допомагають сформувати графік заняття спортом. Ознайомлюючи учнів з такими застосунками, ми сприяємо формуванню ключових компетентностей: інформаційно-цифрової та здоров'язбережувальної [10].

Сучасні смартфони містять велику кількість датчиків й можуть стати у нагоді у проведенні навчальних досліджень. Мобільний пристрій дозволяє навчити школярів не просто вимірювати різні параметри навколишнього середовища, а й проводити аналіз і статистичну обробку результатів з допомогою спеціальних додатків. Таким чином, включення смартфонів, як вимірювальних комплексів забезпечує формуванні ціннісного ставлення до нього як інструмента для дослідження навколишнього середовища. Озброює школярів засобом для фізичних досліджень, що завжди під рукою. Сприяє набуттю ними досвіду практичної самостійної діяльності. Недоліком використання смартфонів у якості цифрових вимірювальних комплексів є відсутність метрологічної перевірки датчиків.

До навчальної програми з фізики у 9 класі включено лабораторну роботу «Вимірювання звукових коливань різних джерел звуку за допомогою сучасних цифрових пристроїв». При виконанні цієї лабораторної роботи, як цифровий вимірювальний

пристрій доцільно використовувати смартфон з встановленим на ньому програмним забезпеченням для генерації та аналізу звукових хвиль.

Висновки з дослідження. Особливістю освітнього простору, що створено в закладах, що впроваджують STEM є його цифровізація, що знайшло відображення в широкому використанні цифрових лабораторій та власних пристроїв учнів в освітньому процесі з фізики. При оновленні навчальних програм на компетентнісній основі частково враховано зміни освітнього простору та надано право вчителю самостійно адаптувати навчальні програми.

До змістової частини навчальної програми та підручників з фізики доцільно:

- включити, крім аналогових, цифрові вимірювальні прилади та обробка результатів вимірювань за допомогою програмних засобів;
- рекомендувати використання смартфонів, як цифрових вимірювальних комплексів, інженерних калькуляторів, генераторів звуку, стробоскопів тощо;
- в пояснювальній записці надати право вчителя самостійно складати перелік лабораторних робіт та демонстрацій, вказавши їх мінімальну кількість й орієнтовну тематику.

Практичний аспект використання мобільних пристроїв для проведення лабораторних робіт та експериментальних досліджень з використанням вбудованих датчиків потребує подальших досліджень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ ТА ЛІТЕРАТУРИ

1. Гончарова Н. О. Візуалізація навчальної інформації через використання технології доповненої реальності *Інформаційні технології в культурі, мистецтві, освіті, науці, економіці та бізнесі*. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, 18–19 квітня 2019 року. К. : Видавничий центр КНУКіМ, 2019. С. 37–38.
2. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти // Інформаційний збірник МОН України. К. : Пед. преса, 2004. № 1–2. С. 5–60.
3. Державний стандарт базової і повної загальної середньої освіти. Постанова Кабінету міністрів України від 23 листопада 2011 р. № 1392. URL.: http://www.old.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/state_standards/. (дата звертання – 20.09.2019).
4. Навчальні програми для загальноосвітніх навчальних закладів : Фізика. 7-9 класи. К. : Видавничий дім «Освіта», 2013. 32 с.
5. Навчальні програми 5–9 класів, 2017 рік. URL.: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>. (дата звернення 20.08.2019).

6. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті *Молодь і ринок*. 2014. № 6. С. 44–48.
7. “Про затвердження Типового переліку засобів навчання та обладнання навчального і загального призначення для кабінетів природничо-математичних предметів загальноосвітніх навчальних закладів” Наказ МОН від 22.06.2016 № 704 . URL: <https://imzo.gov.ua/2016/06/22/nakaz-mon-vid-22-06-2016-704-pro-zatverdzhennya-tipovogo-pereliku-zasobiv-navchannya-ta-obladnannya-navchalnogo-i-zagalnogo-priznachennya-dlya-kabinetiv-prirodnicho-matematichnih-predmetiv-zagaln>. (дата звернення: 20.08.2019).
8. Чернецький І. С., Сліпучіна І. А., Меньяйлов С. М. Цифрові вимірювальні комплекси – засіб розвитку дослідницьких якостей суб’єктів пізнавальної діяльності *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Педагогічні науки : реалії та перспективи : збірник наукових праць* К., 2013. Вип. 40. С. 259–269.
9. Садовий М.І. Вибрані питання загальної методики навчання фізики: навчальний посібник. Кіровоград: ПП «Центр оперативної поліграфії «Авангард», 2013. 252 с.
10. Сіпій В. В. Формування політехнічних умінь в процесі навчання фізики учнів основної школи з використанням смартфонів *Наукові записки. Випуск 12. Серія : Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти*. Частина І. Кропивницький : РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2017 С. 92–96.
11. Сіпій В. В. Використання принципу BYOD при вивченні фізики в старшій школі на профільному рівні *Анотовані результати науково-дослідної роботи Інституту педагогіки НАПН України за 2017 рік* . К., 2017. С. 177–178.

REFERENCES

1. Honcharova, N.O. (2019) Vizualizatsiia navchalnoi informatsii cherez vykorystannia tekhnolohii dopovненоi realnosti Informatsiini tekhnolohii v kulturi, mystetstvi, osviti, nauksi, ekonomitsi ta biznesi. Materialy Mizhnarodnoi naukovopraktychnoi konferentsii, 18–19 kvitnia 2019 roku Kiyv: Vydavnychy tsestr KNUKiM, 2019. S. 37–38.[in Ukrainian]
2. Derzhavnyi standart bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity (2004). Informatsiinyi zbirnyk MON Ukrainy. Kiyv: Ped. Presa. № 1-2. S. 5–60. [in Ukrainian]
3. Derzhavnyi standart bazovoi i povnoi zahalnoi serednoi osvity Kabinet Ministriv Ukrainy; Postanova vid 23 lystopada 2011 r. № 1392. Retrieved from: http://www.old.mon.gov.ua/ua/activity/education/56/692/state_standards/. [in Ukrainian]
4. Navchalni prohramy dlia zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv. Fyzyka. 7–9 klasy.(2013) Kiyv: Vydavnychy dim «Osvita». 32 s. [in Ukrainian]

5. Navchalni prohramy 5–9 klasiv, 2017 rik. Retrieved from: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/onovlennya-12-2017/7-fizika.doc>. [in Ukrainian]
6. Petrytsia, A. (2014) Osoblyvosti vykorystannia tsyfrovyykh laboratorii u navchalnomu fizychnomu eksperymenti. Molod i rynok. № 6. S. 44–48. [in Ukrainian]
7. “Pro zatverdzhennia Typovoho pereliku zasobiv navchannia ta obladnannia navchalnoho i zahalnoho pryznachennia dlia kabinetiv pryrodnycho-matematychnykh predmetiv zahalnoosvitnikh navchalnykh zakladiv” Nakaz MON vid 22.06.2016 №704 Retrieved from: <https://imzo.gov.ua/2016/06/22/nakaz-mon-vid-22-06-2016-704-pro-zatverdzhennya-tipovogo-pereliku-zasobiv-navchannya-ta-obladnannya-navchalnogo-i-zagalnogo-pryznachennya-dlya-kabinetiv-prirodnicho-matematichnih-predmetiv-zagaln/>. [in Ukrainian]
8. Chernetskyi, I. S. & Slipukhina, I.A. & Mienaiolov, S.M. (2013) Tsyfrovi vymiriuvalni komplekxy – zasib rozvytku doslidnytskykh yakosti subiektiv piznavalnoi diialnosti. Naukovyi chasopys Natsionalnoho pedahohichnoro universytetu imeni M. P. Drahomanova. Pedahohichni nauky : realii ta perspektyvy : zbirnyk naukovykh prats Kiyv. 2013. Vyp. 40. S. 259–269. [in Ukrainian]
9. Sadovyi, M.I. (2013) Vybrani pytannia zahalnoi metodyky navchannia fizyky: navchalnyi posibnyk. Kirovohrad: PP «Tsentr operatyvnoi polihrafii «Avanhard», 2013. 252 s. [in Ukrainian]
10. Sippii, V.V. (2017) Formuvannia politekhnichnykh umin v protsesi navchannia fizyky uchniv osnovnoi shkoly z vykorystanniam smartfoniv. Naukovi zapysky. – Vypusk 12. – Seria : Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Chastyna I. Kropyvnytskyi : RVV TsDPU im. V. Vynnychenka, 2017 S. 92–96. [in Ukrainian]
11. Sippii V.V. (2017) Vykorystannia pryntsypu BYOD pry vyvchenni fizyky v starshii shkoli na profilnomu rivni. Anotovani rezultaty naukovo-doslidnoi roboty Instytutu pedahohiky NAPN Ukrainy za 2017 rik . Kiyv. S. 177–178. [in Ukrainian]

Владимир Сипий. Модернизация содержания физического образования в гимназии в контексте внедрения STEM-образования в Украине

В статье описаны результаты мониторингового исследования модернизации содержания физического образования в основной школе (гимназии) в контексте внедрения STEM в учреждениях общего среднего образования. Особенностью образовательного пространства, образованного в учреждениях, внедряющих STEM является его цифровизация, что нашло отражение в широком использовании цифровых лабораторий и собственных устройств учеников в образовательном процессе по физике. При обновлении учебных программ на компетентностной основе частично учтены изменения образовательного пространства и предоставлено право учителю самостоятельно адаптировать учебные программы.

Использование цифровых измерительных комплексов в образовательном процессе нуждается в обновлении содержательного наполнения учебной программы по физике, а именно уже с первых уроков физики учеников нужно ознакомить с особенностями проведения измерений с помощью цифровых приборов.

Помочь в приобретении политехнических знаний могут мобильные измерительные комплексы - смартфоны. Измерив с помощью смартфонов пройденное расстояние, время движения, мгновенную скорость, количество шагов, можно составить значительное количество задач, используя значения физических величин, полученных при измерении.

Моделирование физических процессов с помощью компьютера в лабораторном эксперименте мало способствует формированию у школьников экспериментаторских умений и навыков. Ученики должны уметь работать с реальными физическими приборами, собирать экспериментальные установки, пользоваться измерительными приборами.

Ключевые слова: методика обучения физике, физический эксперимент, цифровые измерительные комплексы, STEM, BYOD.

Volodymyr Sipi. Modernization of content of physical education in gymnasium in the context of implementation of STEM-education in Ukraine

The article describes the results of a monitoring study of the modernization of the content of physical education in elementary school (gymnasium) in the context of STEM implementation in general secondary education institutions. The peculiarity of the educational space created in the institutions implementing STEM is its digitalization, which is reflected in the widespread use of digital laboratories and students' own devices in the educational process in physics. When updating curricula on a competency basis, changes in the educational space are partially taken into account and the right of the teacher to adapt the curricula independently.

The use of digital measuring systems in the educational process requires updating the content of the curriculum in physics namely, from the very first lessons of physics students should be acquainted with the peculiarities of measuring using digital devices.

Mobile measurement systems - smartphones, can help to acquire polytechnic knowledge. By measuring distance, movement time, instant speed, number of steps with your smartphone, you can complete a significant number of tasks using the values of physical values obtained during the measurement. The disadvantage of using smartphones as digital measurement systems is the lack of metrological calibration of sensors.

It is also advisable to familiarize students with non-systematic SI units of length and volume, which are found in literary works or traditionally used in various industries, transport of European Union countries, to solve practical-oriented tasks.

Modeling physical processes with the help of a computer in a laboratory experiment is a little conducive to the formation of experimental skills in students. Students should be able to work with real physical devices, collect experimental installations, use measuring instruments. Virtual laboratory work can be performed to prepare for real laboratory work in the physical office, or after its completion in order to consolidate the acquired skills and empowerment of school physical experiment.

Keywords: methods of teaching physics, physical experiment, digital measuring complexes, STEM, BYOD.