

Scientific journal
PHYSICAL AND MATHEMATICAL EDUCATION
 Has been issued since 2013.

ISSN 2413-158X (online)
 ISSN 2413-1571 (print)

Науковий журнал
ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНА ОСВІТА
 Видається з 2013.



<http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/>

Юрченко А.О., Удовиченко О.М., Хворостіна Ю.В., Петренко С.І. Дослідження рівня знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій. *Фізико-математична освіта*. 2019. Випуск 4(22). С. 137-141.

Yurchenko A., Udovychenko O., Khvorostina Yu., Petrenko S. Research levels of future physics teachers' levels at the use of digital laboratories. *Physical and Mathematical Education*. 2019. Issue 4(22). P. 137-141.

DOI 10.31110/2413-1571-2019-022-4-021
 УДК 372.853

А.О. Юрченко

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua
 ORCID: 0000-0002-6770-186X

О.М. Удовиченко

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
udovich_olga@fizmatsspu.sumy.ua
 ORCID: 0000-0002-3401-3251

Ю.В. Хворостіна

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
y-y-y@fizmatsspu.sumy.ua
 ORCID: 0000-0002-8354-944X

С.І. Петренко

Сумський державний педагогічний університет імені А.С. Макаренка, Україна
s.petrenko@fizmatsspu.sumy.ua
 ORCID: 0000-0002-3089-6499

ДОСЛІДЖЕННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ

АНОТАЦІЯ

Формулювання проблеми. У статті описано результати дослідження рівня знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій. За результатами проведеного аналізу підтверджено, що сьогодні поширюється велика кількість цифрових лабораторій, які дозволяють підтримувати навчання різних предметів, у тому числі фізики. Водночас опитування вчителів підтверджують недостатню їхню обізнаність в галузі використання цифрових фізичних лабораторій. Тому у професійній підготовці майбутніх учителів фізики використовуються цифрові лабораторії, які певним чином впливають на рівень навчальних досягнень студентів. **Мета статті:** дослідити рівень знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій.

Матеріали і методи: теоретичні: аналіз і систематизація літератури, праць вітчизняних і закордонних авторів, методичних матеріалів, за якими визначено поняттєво-категоріальний апарат щодо дослідження рівня знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій; ретроспективний та еволюційний аналіз цифрових лабораторій з фізики з метою уточнення особливостей цифрових лабораторій; статистичні: якісний і кількісний аналіз результатів на основі методів математичної статистики.

Результати. Рівень розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт, підвищився після використання цифрових лабораторій.

Висновки. Використання сучасних цифрових лабораторій виступає ефективним способом активізації дослідницької діяльності майбутніх вчителів фізики. Наочні демонстрації з основних розділів фізики (від механіки до оптики) з використанням сучасних інформаційних технологій в подальшому сприяють розумінню принципів роботи з даними різних форматів. Використання цифрових лабораторій особливо яскраво підкреслює роль дослідництва в науковій роботі, оскільки вимагає від виконавця не тільки опанування інструментарію цифрової лабораторії, а і вміння його використати при розв'язуванні прикладних задач. В цьому сенсі опанування цифрових лабораторій відіграє позитивну роль в становленні майбутнього вчителя і науковця. Перспективним напрямом досліджень вбачаємо розробку методичної підтримки шкільних лабораторних робіт з фізики на основі FourierEdu, а під час підготовки майбутнього вчителя фізики акцентувати увагу не лише на традиційних для української школи лабораторних приладах, а на інших, більш сучасних, які активно поширюються у світі.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: лабораторна робота, цифрова лабораторія, спецкурс, інформатизація освіти, FourierEdu, програмне забезпечення, критерій знаків.

ВСТУП

Постановка проблеми. З часом на лабораторних столах у закладах вищої освіти (ЗВО) і школах стає все менше і менше вітчизняного старого обладнання і установок для дослідження фізичних явищ та проведення фізичних демонстрацій і експериментів. Їх замінюють сучасні прилади або цілі комплекси приладів, що об'єднуються в міні-лабораторії. Впровадження сучасного обладнання у освітній процес забезпечує вирішення завдань модернізації навчальної бази та інформатизації освіти, поставлених у «Національній стратегії розвитку освіти в Україні на 2012–2021 роки» (Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року») та з 2011 року у «Концепції Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти» (Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти») у якій зазначалося про необхідність підготовки вчителів природничо-математичних предметів і впровадження у навчальний процес сучасних інформаційно-комунікативних технологій та оснащення навчальних кабінетів хімії, біології, фізики, географії, математики сучасним обладнанням (апаратура, прилади, пристрої, пристосування тощо), що сприятиме зміцненню матеріально-технічної бази загальноосвітніх навчальних закладів. Виходячи із державної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти можна стверджувати, що для майбутніх вчителів фізики є актуальним знайомство з сучасними експериментальними установками та цифровими лабораторіями.

Аналіз актуальних досліджень. Аналіз науково-методичної літератури, періодичних видань та інтернет-джерел стосовно використання терміну «цифрова лабораторія» дозволяє стверджувати, що під цифровою лабораторією розуміють сукупність спеціальної цифрової техніки та відповідного програмного забезпечення для її використання та подальшого опрацювання «знятих» результатів.

На підтвердження цього наведемо кілька подібних визначень.

Визначення «цифрова лабораторія» за Максютю С.Є.: «Нове покоління шкільних природничо-наукових лабораторій, призначених для проведення фронтальних і демонстраційних дослідів, для організації навчальних досліджень і дослідницьких практик» (Петриця, 2014). Заболотний В.Ф. та Лаврова А.В. трактують термін цифрової лабораторії як сучасна універсальна комп'ютеризована лабораторна система, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології тощо (Заболотний, & Лаврова, 2013).

Згадані означення цифрової лабораторії давалися з урахуваннями використання засобу у шкільному навчанні фізики. Це дозволяє говорити про актуальність проблеми формування умінь використовувати такі лабораторії вчителями фізики, що зумовило необхідність знайомства з ними студентів, майбутніх учителів фізики.

Наразі констатуємо наявність великої кількості цифрових лабораторій, які дозволяють підтримувати навчання різних предметів, у тому числі фізики. Опис популярних цифрових лабораторій наведено нами у роботі (Кудін, & Юрченко, 2015; Юрченко, 2015)

Водночас опитування вчителів підтверджують недостатню їхню обізнаність в галузі використання цифрових фізичних лабораторій. Завантаженість шкільних вчителів та їх можливості не дозволяє їм активно відстежувати появу таких лабораторій, вивчати інструментарій та використовувати його в школі на лабораторних та практичних заняттях. Ці та інші причини спонукали нас не тільки запровадити спецкурс з вивчення цифрових лабораторій у галузі фізики у межах планів і програм підготовки сучасного вчителя фізики, а і вивчити вплив такого спецкурсу на рівень розуміння фізичних явищ, які вивчаються, під час виконання лабораторних робіт з використанням цифрових фізичних лабораторій.

Мета статті: дослідити рівень знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій на лабораторних роботах з фізики.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для реалізації поставленої мети було використано такі методи: *теоретичні*: аналіз і систематизація літератури, праць вітчизняних і закордонних авторів, методичних матеріалів, за якими визначено поняттєво-категоріальний апарат щодо дослідження рівня знань майбутніх учителів фізики при використанні цифрових лабораторій; ретроспективний та еволюційний аналіз цифрових лабораторій з фізики з метою уточнення особливостей лабораторій; *статистичні*: якісний і кількісний аналіз результатів на основі методів математичної статистики для дослідження покращення рівня знань та розуміння майбутніми вчителями фізики явищ, які вивчаються, під час виконання лабораторних робіт із використанням цифрових лабораторій та для здійснення перевірки достовірності результатів педагогічного експерименту.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Протягом 2015-2018 років нами досліджувалося питання доцільності впровадження цифрових фізичних лабораторій під час виконання лабораторних та практичних робіт на уроках.

Серед таких лабораторій, зокрема, виділено ті, що характеризуються можливістю вимірювати, змінювати та обробляти результати експерименту в інтерактивному режимі. До таких лабораторій ми відносимо FourierEdu, Einstein, LabDisc тощо. Робота в них інтуїтивно зрозуміла та ідентична – знімаються виміри відповідними датчиками, які підключені до комп'ютера або спеціального планшета, дані передаються в програму для опрацювання, де можна робити підрахунки, спостерігати за змінами, робити висновки тощо. Вивчення особливостей роботи з цими лабораторіями та рекомендації щодо їх використання узагальнені нами у роботах (Кудін, & Юрченко, 2015; Семеніхіна, & Юрченко, 2015; Юрченко, 2015).

Базою дослідження став Сумський державний педагогічний університет імені А.С.Макаренка, підготовка вчителя фізики в якому відбувалася згідно із затвердженими навчальними планами та робочими програми. Знайомство із згаданими цифровими лабораторіями передбачалося частково під час вивчення фізичних явищ та процесів, які розглядаються у шкільному курсі, цілеспрямоване вивчення – під час вивчення спецкурсу «Лабораторний практикум шкільного курсу фізики» (надалі спецкурс).

На початок спецкурсу майбутні вчителі знайомляться з лабораторним обладнанням настільного типу. Протягом занять студенти мають змогу побачити, проаналізувати і відчувати усі переваги та недоліки роботи з таким обладнанням, яке використовують у власній професійній діяльності вчителі фізики. А вже після такого ознайомлення студентам пропонується порівняти виконання лабораторних робіт за допомогою використання провідних на сьогоднішній день цифрових лабораторій.

Ми вважаємо, що саме у цей період формується мотивація для вивчення і подальшого використання цифрових лабораторій у професійній діяльності. Тому спецкурс, який вивчається відразу після педагогічної практики студентів у школі, де вони і самі стають свідками використання не ідеальних лабораторій на уроках, стає тим фактором впливу на студента, який дає змогу говорити про бажання і готовність використовувати цифрові лабораторії у майбутній професійній діяльності.

Оскільки такі особистісні характеристики як бажання і готовність можуть формуватися протягом вивчення спецкурсу, природним було залучення тих статистичних методів, які б на основі даних про початковий і фінальний стан об'єкта давали можливість говорити про динаміку змін рівня розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт. Тому за допомогою контрольних робіт, які направлені на перевірку засвоєння фізичних знань при виконанні лабораторних робіт, було двічі зафіксовано результати навчання: після виконання робіт з настільним обладнанням і після використання цифрових фізичних лабораторій.

Для опрацювання результатів експерименту нами було застосовано критерій знаків (Грабарь, 1977). Для використання критерію знаків вимагається виконання наступних умов: 1) вибірки випадкові; 2) вибірки залежні; 3) пари (x_i, y_i) – взаємно незалежні, тобто члени вибірки ніяк не впливають один на одного; 4) шкала вимірів повинна бути не нижче порядкової.

Даний експеримент проводився з метою перевірки ефективності впровадження в навчальний процес цифрових лабораторій для підвищення розуміння досліджуваних явищ та спрощення виконання лабораторних робіт. Результати двократного виконання контрольної перевірки представляють виміри за шкалою порядку (5-ти бальна шкала). В цих умовах можливе застосування знакового критерія для виявлення тенденцій рівня розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт.

Перший контроль здійснений після проведення традиційних лабораторних робіт: з 20 майбутніх вчителів фізики 9 отримали оцінку «3» і 11 – оцінку «4» (за 5-ти бальною системою). Другий контроль організовано після виконання лабораторних робіт на базі цифрової фізичної лабораторії FourierEdu: 6 студентів отримали оцінку «5», 9 – оцінку «4»; 5 – оцінку «3».

Результати двократного виконання перевірки (в балах) занесені до таблиці (см. табл. 1)

Таблиця 1.

Результати виконання контрольних перевірок

Студенти (№)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Перший контроль	3	3	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	4
Другий контроль	3	4	5	4	4	5	4	5	5	4	4	3	3	5	4	4	3	3	4	5
Знак різниці оцінок	0	+	+	0	+	+	+	+	+	0	0	–	0	+	+	0	0	–	0	+

Перевіряється гіпотеза H_0 : рівень розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт, не підвищився після використання цифрових лабораторій – при альтернативі H_1 : рівень розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт, підвищився після використання цифрових лабораторій.

Підраховуємо значення статистики критерія T : воно дорівнює числу додатних різниць оцінок, які отримали студенти. Згідно з таблицею, $T=10$. Із 20 пар у 8 випадках різниця результатів рівна 0, тому залишається тільки 12 ($20-8=12$) пар де відбулися зміни (тобто $n=12$).

Для визначення критичного значення статистики використовуємо таблицю критичних значень: для рівня значущості $\alpha=0,05$ при $n=12$ критичне значення статистики дорівнює 9. Звідси слідує нерівність $T_{\text{спост}} > T_{\text{крит}} (10 > 9)$. Тому за правилом прийняття рішень (Грабарь, 1977) нульова гіпотеза відхиляється і приймається альтернативна гіпотеза про те, що рівень розуміння студентами явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт, підвищився після використання цифрових лабораторій.

ВИСНОВКИ

Таким чином, проведене дослідження дозволяє констатувати наступне.

1. Майбутні вчителі фізики, розуміючи потребу у використанні цифрових лабораторій, позитивно сприймають вивчення спецкурсу, оскільки дослідження щодо покращення рівня знань та розуміння явищ, які вивчаються під час виконання лабораторних робіт із використанням цифрових лабораторій, демонструє позитивну динаміку, а припущення щодо позитивного впливу спецкурсу на рівень знань студентів підтверджується на рівні значущості 0,05 за критерієм знаків. Тому вважаємо, що після вивчення спецкурсу «Лабораторний практикум шкільного курсу фізики» збільшується кількість таких студентів, які мають бажання і відчують себе готовими до використання цифрових лабораторій у своїй майбутній професійній діяльності.

2. У своїй більшості студенти зорієнтовані на використання цифрових лабораторій на уроках фізики. Пояснюємо це не лише достатньою кількістю лабораторій, а і характерним принципом роботи. Звертаємо увагу, що студенти бажають, навіть, розробляти авторські інструкції до лабораторних робіт через незадовільну кількість навчально-методичних матеріалів щодо застосування цифрових лабораторій.

3. Найбільшого попиту в Україні набули цифрові лабораторії FourierEdu на базі програмного забезпечення Multilab. За результатами дослідження констатуємо зростання уваги до лабораторії FourierEdu, про що зазначали майбутні вчителі фізики. Вважаємо, що саме на неї потрібно звертати більшу увагу, оскільки вона постійно оновлюється, є інтуїтивно зрозумілою і передбачає вибір мови інтерфейсу.

4. Використання сучасних цифрових лабораторій виступає ефективним способом активізації дослідницької діяльності майбутніх вчителів фізики. Наочні демонстрації з основних розділів фізики (від механіки до оптики) з використанням сучасних інформаційних технологій в подальшому сприяють розумінню принципів роботи з даними різних форматів.

5. Не можна заперечувати той факт, що використання таких лабораторій як інструмента, особливо яскраво підкреслює роль дослідництва в науковій роботі, оскільки вимагає від виконавця не тільки освоєння, власне, лабораторії, програмного забезпечення, принципу роботи, а і вміння його використати при розв'язуванні прикладних задач. В цьому плані освоєння цифрових лабораторій відіграє позитивну роль в становленні майбутнього вчителя і науковця.

6. Майбутні дослідження варто вести у напрямку створення методичної підтримки шкільних лабораторних робіт з фізики на основі FourierEdu, а під час підготовки майбутнього вчителя фізики акцентувати увагу не лише на традиційних для української школи лабораторних приладах, а на інших, більш сучасних, які активно поширюються у світі.

Список використаних джерел

1. Грабарь М.И., Краснянская К.А. Применение математической статистики в педагогических исследованиях. Непараметрические методы. М.: Педагогика, 1977. 136 с.
2. Заболотний В.Ф., Лаврова А.В. Навчальний фізичний експеримент з використанням цифрової лабораторії Nova5000. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету ім. Івана Огієнка. Сер. : Педагогічна. 2013. Вип. 19. С. 82-85.
3. Кудін А.П., Юрченко А.О. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів. Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. 2015. №21. С. 248–251.
4. Петриця А. Особливості використання цифрових лабораторій у навчальному фізичному експерименті. Молодь і ринок. 2014. № 6. С. 44-48.
5. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження Державної цільової соціальної програми підвищення якості шкільної природничо-математичної освіти» від 13 квітня 2011 р. N 561. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/561-2011-%D0%BF>
6. Семеніхіна О., Юрченко А. Формування інформатичної компетентності вчителя математики і фізики на основі використання спеціалізованого програмного забезпечення. Наукові записки. Випуск 8. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 3. Кіровоград: РВВ КДПУ ім. В.Винниченка, 2015. С. 52-57.
7. Указ Президента України «Про Національну стратегію розвитку освіти в Україні на період до 2021 року» від 25 червня 2013 року №344/2013. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>
8. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики. Фізико-математична освіта, 2015. № 1 (4). С. 55-63.

References

1. Grabar' M.I., Krasnjanskaja K.A. (1977). Primenenie matematicheskoy statistiki v pedagogicheskikh issledovaniyah. Neparаметрические методы [The use of mathematical statistics in pedagogical research. Nonparametric methods]. M.: Pedagogika.
2. Zabolotnyi V.F., Lavrova A.V. (2013). Navchalnyi fizychnyi eksperyment z vykorystanniam tsyfrovoy laboratorii Nova5000 [Physical training experiment using Nova5000 digital lab]. Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohienka. Ser. : Pedagogichna – Collection of scientific works of Kamenets-Podilsky National University. Ivan Ogienko. Avg. : Pedagogically. 19. 82-85.
3. Kudin A.P., Yurchenko A.O. (2015). Prohramne zabezpechennia realnykh fizychnykh laboratornykh praktykumiv [Software of real physical laboratory workshops]. Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna – Collection of scientific works of Kamianets-Podilskyi National University named after Ivan Ogienko. The series is pedagogical. 21. 248–251.
4. Petrytsia A. (2014). Osoblyvosti vykorystannia tsyfrovoykh laboratorii u navchalnomu fizychnomu eksperymentі [Features of using digital laboratories in educational physical experiment]. Molod i rynok – Youth and the market. 6. 44-48.
5. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy «Pro zatverdzhennia Derzhavnoi tsilovoi sotsialnoi prohramy pidvyshchennia yakosti shkilnoi pryrodnycho-matematychnoi osvity» vid 13 kvitnia 2011 r. N 561. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/561-2011-%D0%BF>
6. Semenikhina O., Yurchenko A. (2015). Formuvannia informatychnoi kompetentnosti vchytelia matematyky i fizyky na osnovi vykorystannia spetsializovanoho prohramnoho zabezpechennia [Formation of informative competence of the teacher of mathematics and physics on the basis of use of specialized software]. Naukovi zapysky. Seriiia: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity – Proceedings. Series: Problems of Methods of Physical-Mathematical and Technological Education, 8(3). 52-57.
7. Ukaz Prezidenta Ukrainy «Pro Natsionalnu stratehiu rozvytku osvity v Ukraini na period do 2021 roku» vid 25 chervnia 2013 roku №344/2013. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/344/2013>
8. Yurchenko A. (2015). Tsyfrovі fizychnі laboratorii yak aktualnyi zasib navchannia maibutnoho vchytelia fizyky [Digital Physical Laboratories as a Topical Teaching Tool for the Future Physics Teacher]. Fizyko-matematychna osvita – Physical and mathematical education, 1(4). 55-63.

RESEARCH LEVELS OF FUTURE PHYSICS TEACHERS 'LEVELS AT THE USE OF DIGITAL LABORATORIES

A. Yurchenko, O. Udovychenko, Yu. Khvorostina, S. Petrenko

Makarenko Sumy State Pedagogical University, Ukraine

Abstract.

Formulation of the problem. The article describes the results of the study of the level of knowledge of future physics teachers using digital laboratories. The results of the analysis confirmed that today there are a large number of digital laboratories that allow to support the teaching of various subjects, including physics. At the same time, teacher surveys confirm their lack of awareness of the use of digital physical labs. Therefore, in the professional training of future physics teachers are using digital laboratories, which in some ways affect the level of academic achievement of students. Purpose of the article: to explore the level of knowledge of future physics teachers when using digital laboratories.

Materials and methods: theoretical (analysis and systematization of literature, works of domestic and foreign authors, methodical materials, by which the conceptual and categorical apparatus for the study of the level of knowledge of future physics teachers is used when using digital laboratories; retrospective and evolutionary analysis of digital physics laboratories to clarify the features of digital laboratories); statistical (qualitative and quantitative analysis of results based on methods of mathematical statistics).

Results. Students' understanding of the phenomena learned while performing lab work has increased after the use of digital labs.

Conclusions. The use of modern digital laboratories is an effective way of activating the research activities of future physics teachers. Visual demonstrations from the main sections of physics (from mechanics to optics) using modern information technologies further contribute to understanding the principles of working with data of different formats. The use of digital labs particularly emphasizes the role of research in scientific work, since it requires the performer not only to master the tools of the digital laboratory, but also the ability to use it when solving applied tasks. In this sense, mastering digital laboratories plays a positive role in becoming a future teacher and scientist. A promising area of research is the development of methodological support for school laboratory work in physics based on FourierEdu, and in preparing a future physics teacher with focus not only on traditional laboratory devices for the Ukrainian school, but also on other, more modern ones, which are actively distributed in the world.

Keywords: Lab, Digital Lab, Special Course, Education Informatization, FourierEdu, Software, Character Criterion.