

## ЗАСТОСУВАННЯ ЦИФРОВИХ ЛАБОРАТОРІЙ В КУРСІ ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИКИ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

У статті розглянуто поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання на прикладі використання цифрової лабораторії NOVA5000 в процесі виконання студентами лабораторної роботи з курсу загальної фізики “Визначення прискорення вільного падіння”. Використання цифрових лабораторій в фізичному експерименті сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення фізики, поглибленню експериментальних знань, формуванню і розвитку експериментаторської складової фахової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін. У статті описано методику виконання лабораторної роботи “Визначення прискорення вільного падіння” в два етапи: експериментальне дослідження на традиційному обладнанні та дослідження за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. Наведено етапи підготовки обладнання до роботи, етапи проведення дослідження за допомогою мобільної лабораторії на основі портативного комп’ютера NOVA5000, а також етапи аналізу і обробки отриманих результатів. Таким чином традиційна лабораторна робота завдяки сучасному обладнанню набуває нового змісту, розширюються можливості дослідження.

**Ключові слова:** цифрова лабораторія, фізичний експеримент, мобільна лабораторія, цифрова лабораторія NOVA5000, лабораторна робота, експериментаторська складова фахової компетентності, фізичний практикум, експериментальні знання, експериментальні уміння.

**Постановка проблеми.** В наш час відбувається активне впровадження у всі сфери життя людини сучасних засобів і технологій. Не став виключенням і навчальний процес. Так, в інформаційне середовище сучасних навчальних закладів різних рівнів інтегруються нові технології фізичної освіти. Це вимагає від педагогів використання у своїй роботі таких приладів і обладнання, методів формування та розвитку умінь і навичок, які сприятимуть розвитку мотивації до навчання, що, у свою чергу, приведе до покращення пізнавальної діяльності студентів.

З часом на лабораторних столах у ВНЗ 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” та з 2011 року у “Концепції 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 [3, с. 248].

**Аналіз останніх досліджень.** Питання комп’ютеризації експериментально-дослідницької роботи студентів з фізики неодноразово порушувалися у науково-методичних працях В. Заболотного, М. Шута, С. Величка, М. Моклюка, О. Желюка, О. Соколук, А. Лаврової, О. Пінчука, А. Петриці, І. Сліпухіна, С. Меняйлова, І. Чернецького, С. Сосницької та ін.

**Метою** даної статті є обґрунтування та реалізація методики поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання в курсі загальної фізики.

**Виклад основного матеріалу.** Під *цифровою лабораторією* будемо розуміти сучасну універсальну комп'ютеризовану лабораторну систему, яка використовується для проведення широкого спектру досліджень, демонстрацій, лабораторних робіт з фізики, хімії та біології [4, с. 61].

Сучасне покоління природничо-наукових цифрових лабораторій дає можливість організувати фізичний експеримент на принципово новому рівні, перейти до елементів наукового пізнання та від виключно якісних оцінок досліджуваних явищ до системного аналізу їх кількісних характеристик [2].

Використання цифрових лабораторій в освітньому процесі, і зокрема в фізичному експерименті, сприяє підвищенню інтересу студентів до вивчення фізики як науки, поглибленню знань про фізичні явища, формуванню і розвитку експериментаторської складової фахової компетентності майбутніх учителів природничих дисциплін. Під *експериментаторською складовою фахової компетентності* будемо розуміти цілісне, системне утворення, яке складається із комплексу знань, умінь і навичок в сфері навчального експерименту, індивідуально-психологічних особливостей педагога, акмеологічних інваріант та професійної позиції [1, с. 355].

Використання цифрових лабораторій дозволяє отримати уявлення про суміжні освітні області: інформаційні технології; сучасне обладнання дослідної лабораторії; математичні функції і графіки, математична обробка експериментальних даних, статистика, наближені обчислення; методика проведення досліджень, складання звітів, презентація виконаної роботи. У порівнянні з традиційним обладнанням, цифрові лабораторії надають можливість [5, с. 55]:

- скоротити час, який витрачається на підготовку і проведення фронтального або демонстраційного експерименту;
- підвищити наочність експерименту та візуалізацію його результатів, розширити список експериментів;
- з великою точністю обробити і проаналізувати дані експерименту;
- проводити вимірювання у польових умовах;
- модернізувати вже звичні експерименти.

Опишемо методику поєднання традиційного та сучасного лабораторного обладнання на прикладі лабораторної роботи з курсу загальної фізики на тему “Визначення прискорення вільного падіння”. В основу запропонованої методики покладено використання мобільної лабораторії на основі портативного комп'ютера NOVA5000.

**Мета роботи.** З'ясувати роль сили тяжіння в природі, освоїти метод визначення  $g$  за допомогою математичного маятника, визначити чисельне значення  $g$ .

**Обладнання:** Математичний маятник, електронний секундомір, вертикальна шкала з міліметровими поділками, портативний комп'ютер NOVA5000, датчик відстані, штатив, тенісний м'ячик.

В результаті опрацювання теорії студент має засвоїти когнітивну складову експериментальної діяльності у вигляді наступних знань про: прискорення поступального руху; закони Ньютона; силу тяжіння; вагу тіл; прискорення вільного падіння; невагомість; коливальний рух та його характеристики; динаміку коливального руху; маятники.

Виконання лабораторної роботи “Визначення прискорення вільного падіння” складається з двох етапів: виконання експериментальних завдань за допомогою традиційного обладнання та виконання експериментальних завдань за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. Перший етап передбачає наступні завдання:

1. Підвести під кульку маятника фотоелемент секундоміра, відмітити на вертикальній шкалі поділку  $l_1$ , навпроти якої знаходиться центр кульки.

2. Відхилити маятник від положення рівноваги на  $5-7^\circ$  і за допомогою секундоміра виміряти час 25 повних коливань. Визначити період коливань маятника  $T_1 = \frac{t_1}{n_1}$ .

3. Зупинити маятник, встановити іншу довжину маятника і відмітити поділку  $l_2$ , навпроти якої знаходиться центр кульки. Повторити дії, описані в пункті 2; визначити період коливання маятника  $T_2 = \frac{t_2}{n_2}$ .

4. За формулою  $g = \frac{4\pi^2(l_1 - l_2)}{T_1^2 - T_2^2}$  обчислити  $g$ .



5. Одержати не менше трьох значень  $g$ ; знайти середнє значення прискорення вільного падіння та похибку його вимірювання.


Зупинимося детальніше на другому етапі – проведення експерименту за допомогою цифрової лабораторії NOVA5000. У цьому досліді використаємо датчик відстані для дослідження положення, швидкості та прискорення м'ячика для настільного тенісу, що вільно падає, під час його руху вгору і вниз (після того як він відскочив від підлоги). Цей експеримент також вимірює прискорення м'ячика під час його руху.




Рис. 1. Схема та реальний вигляд експериментальної установки з використанням NOVA5000

#### Підготовка обладнання до роботи:

1. Запустіть програму MultiLab.
2. Підключіть датчик відстані до роз'єму 1 (I/O-1) Nova5000.
3. Зберіть обладнання як зображено на рисунку 1.
4. Зафіксуйте датчик відстані на штативі, який розмістіть на краю стола. Датчик відстані має бути на висоті близько 1,4 м над землею і спрямований донизу.
5. Встановіть позитивний напрямок вісі положення у напрямку вгору, для чого:
  - 5.1. Натисніть вкладку **Реєстратор** в панелі меню, оберіть кнопку **Установки**.
  - 5.2. Виберіть **Відстань** (вхідну) з меню позитивний напрямок Відстані та натисніть **ОК**.
6. Натисніть кнопку **Настройка**  на основній панелі і встановіть наступні параметри вимірювання:
  - ✓ **Відстань:** в пункті **Властивості**  виберіть **Встановити на нуль** та **Встановити поточний відлік на нуль**.
  - ✓ **Частота:** 25 вимірів на секунду.
  - ✓ **Виміри:** 200 вимірів.

7. Щоб встановити початок координат системи у бажаній точці (якою являється стіл), натисніть кнопку **Властивості датчика**  біля **Роз'єму 1: Відстань**, у діалоговому вікні **Настройка**.

#### Хід роботи:

1. Тримайте м'ячик безпосередньо під датчиком і відпустіть м'ячик.
2. Натисніть кнопку **Старт**  на верхній панелі для початку реєстрації даних.
3. Знову киньте м'ячик. Графік результатів з'явиться автоматично. М'ячик підстрибне кілька разів перед завершенням вимірювання (Рис. 2).

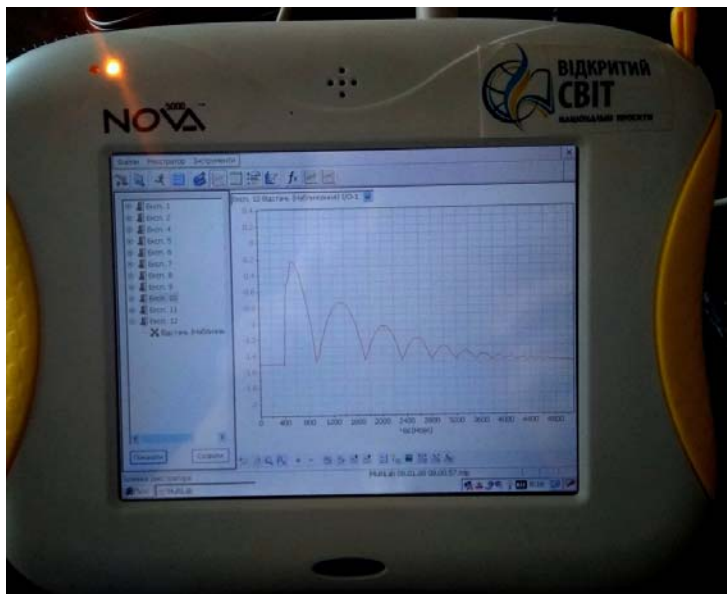



Рис. 2. Отримання графіка результатів експерименту за допомогою портативного комп'ютера NOVA5000

4. Збережіть ваші дані, натиснувши на кнопці **Зберегти** , що знаходиться на верхній панелі (Рис. 3).

#### Аналіз результатів експерименту:

Визначення прискорення вільного падіння з графіка залежності відстані від часу.

1. Використовуйте курсори для вибору лише одного *стрибка* на **Графіку**.
2. Виберіть пункт **Інструменти** на панелі меню, а потім натисніть пункт **Обрізати**, щоб на екрані було відображено графік залежності відстані від часу для одного циклу.

3. Натисніть кнопку **Додати до проекту**  на панелі графіків, потім натисніть кнопку **Зберегти** .

4. Скористайтеся курсорами щоб вибрати ту область на графіку, де м'ячик перебував у вільному падінні і рухався вгору.

5. Скористайтеся курсорами щоб вибрати область на **Графіку**, де м'ячик перебував у вільному падінні і рухався вниз.

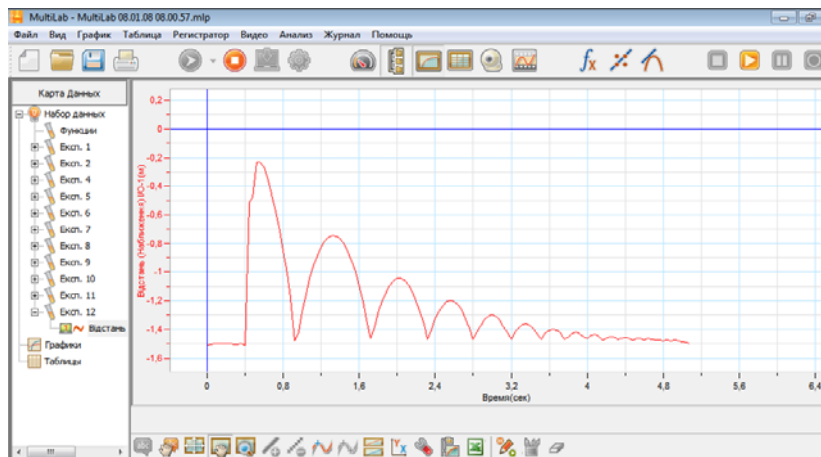


Рис. 3. Скрін вікна програми Multi Lab

6. Графік залежності відстані від часу в області вільного падіння м'ячика матиме вигляд параболи. Зіставте параболу з графіком залежності відстані від часу. Виберіть пункт **Інструменти** в панелі меню; натисніть пункт **Аналіз**, а потім натисніть **Квадратичне наближення**. Графік параболічного наближення з'явиться на графіку залежності відстані від часу, а рівняння наближення буде відображене в нижній частині вікна графіку.

7. Збережіть ваші дані, натиснувши на кнопці **Зберегти**  на верхній панелі.

8. Запишіть рівняння в зошит. Чи відповідає рівняння математичній моделі? Скористайтеся рівнянням для визначення прискорення сили тяжіння  $g$ .

9. Вкажіть похибку вимірювання прискорення вільного падіння, порівнявши теоретичне значення ( $9.8 \text{ м/с}^2$ ) з визначеним експериментально.

Як бачимо, традиційна лабораторна робота завдяки сучасному обладнанню набуває нового змісту, розширюються можливості дослідження. Цифрові датчики дають можливість отримувати експериментальні дані, не доступні в традиційних навчальних експериментах.

Висновки. Використання цифрової лабораторії в курсі загальної фізики закладів вищої освіти дасть можливість не лише поглибити знання і уміння студентів в області роботи з сучасним фізичним обладнанням, а й розширить можливості самого експериментального дослідження.

#### Використана література:

1. Демкова В. О. Організація самоосвітньої діяльності студентів у процесі підготовки і виконання лабораторних робіт з фізики / В. О. Демкова // Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. Publishing House "ACCENT". – Sofia, Bulgaria. 2019. – P. 353-362. – URL: <http://sci-conf.com.ua>.
2. Дорофеев М. В. Принципы эффективного применения цифровых лабораторий / М. В. Дорофеев, И. А. Зими́на, Ю. Б. Стунеева // Химия в школе. – 2010. – № 2. – С. 55-63.
3. Кудін А. П. Програмне забезпечення реальних фізичних лабораторних практикумів [Текст] / А. П. Кудін, А. О. Юрченко // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол. : П. С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам'янець-Подільський : Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2015. – Вип. 21: Дидактика фізики як концептуальна основа формування компетентнісних і світоглядних якостей майбутнього фахівця фізико-технологічного профілю. – С. 248–251.

4. Лаврова А. В. Підхід до організації і проведення шкільного навчального фізичного експерименту / А. В. Лаврова, В. Ф. Заболотний // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2015. – Том 50. – № 6. – С. 57-70.
5. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики / А. Юрченко // Фізико-математична освіта. Науковий журнал. – Суми : СумДПУ ім. А. С. Макаренка, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.

#### **References:**

1. Demkova V. O. Orhanizatsiia samoosvitnoi diialnosti studentiv u protsesi pidhotovky i vykonannia laboratornykh robot z fizyky / V. O. Demkova // Topical issues of the development of modern science. Abstracts of the 2nd International scientific and practical conference. – Publishing House “ACCENT”. Sofia, Bulgaria. 2019. – Pp. 353-362. – URL: <http://sci-conf.com.ua>.
2. Dorofeev M. V. Pryntsypy efektyvnoho pryomeneniya tsyfrovyykh laboratoriy / M. V. Dorofeev, Y. A. Zymyna, Yu. B. Stuneeva // Khymiya v shkole. – 2010. – № 2. – S. 55-63.
3. Kudin A. P. Prohramne zabezpechennia realnykh fizychnykh laboratornykh praktykumiv [Tekst] / A. P. Kudin, A. O. Yurchenko // Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohiiienka. Seriia pedahohichna / [redkol. : P. S. Atamanchuk (holova, nauk. red.) ta in.]. – Kamianets-Podilskyy : Kamianets-Podilskyyi natsionalnyi universytet imeni Ivana Ohiiienka, 2015. – Vyp. 21: Dydaktyka fizyky yak kontseptualna osnova formuvannia kompetentnisnykh i svitohliadnykh yakostei maibutnoho fakhivtsia fizyko-tekhnologichnoho profilii. – S. 248–251.
4. Lavrova A. V. Pidkhid do orhanizatsii i provedennia shkilnoho navchalnoho fizychnoho eksperymentu / A. V. Lavrova, V. F. Zabolotnyi // Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia. – 2015. – Том 50. – № 6. – С. 57-70.
5. Iurchenko A. Tsyfrovii fizychni laboratorii yak aktualnyi zasib navchannia maibutnoho vchytelia fizyky / A. Iurchenko // Fyzyko-matematychna osvita. Naukovyi zhurnal. – Sumy : SumDPU im. A. S. Makarenka, 2015. – № 1 (4). – С. 55-63.

#### **Демкова В. А., Колесникова А. А. Применение цифровых лабораторий в курсе общей физики заведений высшего образования**

В статье рассмотрено сочетание традиционного и современного лабораторного оборудования на примере использования цифровой лаборатории NOVA5000 в процессе выполнения студентами лабораторных работ по курсу общей физики “Определение ускорения свободного падения”. Использование цифровых лабораторий в физическом эксперименте способствует повышению интереса студентов к изучению физики, углублению экспериментальных знаний, формированию и развитию экспериментаторской составляющей профессиональной компетентности будущих учителей естественных дисциплин. В статье описана методика выполнения лабораторной работы “Определение ускорения свободного падения” в два этапа: экспериментальное исследование на традиционном оборудовании и исследование с помощью цифровой лаборатории NOVA5000. Приведены этапы подготовки оборудования к работе, этапы проведения исследования с помощью мобильной лаборатории на основе портативного компьютера NOVA5000, а также этапы анализа и обработки полученных результатов. Таким образом, традиционная лабораторная работа благодаря современному оборудованию приобретает новый смысл, расширяются возможности исследования.

**Ключевые слова:** цифровая лаборатория, физический эксперимент, мобильная лаборатория, цифровая лаборатория NOVA5000, лабораторная работа, экспериментаторских составляющая профессиональной компетентности, физический практикум, экспериментальные знания, экспериментальные умения.

#### **Demkova V., Kolesnikova O. Application of digital laboratories in the general physics of higher education facilities**

The article deals with the combination of traditional and modern laboratory equipment using the NOVA5000 digital laboratory in the course of students performing laboratory work in the course of general physics “Determination of free fall acceleration”. The use of digital laboratories in the physical experiment contributes to the increase of students' interest in the study of physics, the deepening of experimental knowledge,

the formation and development of the experimental component of professional competence of future teachers of natural sciences. The article describes the method of performing the laboratory work "Determination of free fall acceleration" in two stages: experimental research on traditional equipment and research using the digital laboratory NOVA5000. The stages of preparation of equipment for work, the stages of carrying out of research by means of mobile laboratory on the basis of a NOVA5000 laptop computer, as well as the stages of analysis and processing of the obtained results are given. Thus, traditional laboratory work, thanks to modern equipment, acquires new content, expanding research opportunities.

**Keywords:** digital laboratory, physical experiment, mobile laboratory, digital laboratory NOVA5000, laboratory work, experimental component of professional competence, physical practicum, experimental knowledge, experimental skills.

УДК 378.371:53

Петруньок Т. Б.

### РОЗПОДІЛ ЗМІСТУ ДИСЦИПЛІНИ "ФІЗИКА" ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ З МЕТОЮ ОПТИМІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

У статті розглядається проблема збільшення обсягу навчального навантаження, пов'язана з обмеженою кількістю аудиторних годин в навчанні фізики майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. Зазначено, що така ситуація гальмує розв'язання проблем, які виникають в реалізації освітнього процесу, а також зумовлює значні ускладнення в опануванні студентами змісту курсу фізики. Констатовано, що у закладах вищої будівельної освіти підходи до реалізації змісту дисципліни "Фізика" в значній мірі залишаються нераціональними. У більшості випадків навчальний матеріал дублюється, у робочих програмах не передбачено висвітлення навчального матеріалу професійної спрямованості. Запропоновано такий підхід до планування навчального матеріалу з фізики, коли елементи змісту у вигляді логічних блоків перерозподіляються по різних видах навчальних занять залежно від їх значимості і першорядності і реалізуються відповідно до специфіки даного виду заняття. Обґрунтовано, що запропонований підхід до планування і реалізації освітнього процесу з фізики забезпечить його оптимізацію і перетворення на єдиний процес пізнання та занурення в професійну сферу діяльності.

**Ключові слова:** майбутні фахівці будівництва та цивільної інженерії, планування освітнього процесу з фізики, розподіл змісту дисципліни "Фізика" по видах навчальних занять.

У закладах будівельної вищої освіти дисципліна "Фізика" викладається у 1-му та 2-му семестрах на. При цьому кількість аудиторних годин, які відводяться на її вивчення, є об'єктивно недостатньою і призводить до значного збільшення обсягу навчального навантаження, що, у свою чергу, зумовлює значні ускладнення в опануванні студентами змісту курсу фізики, а також гальмує розв'язання тих об'єктивних проблем, які виникають в реалізації освітнього процесу при підготовці майбутніх фахівців будівництва та цивільної інженерії. Серед цих проблем ми виділяємо такі основні:

- низький рівень підготовки випускників закладів середньої освіти до засвоєння знань з фізики за навчальною програмою будівельного університету;
- невідповідність між рівнем мотивації студентів до вивчення фізики та її значимістю для їх подальшої професійної діяльності;
- недостатня розробленість мультимедійного забезпечення навчання фізики та у більшості випадків неузгодженість між змістом цього забезпечення та освітніми цілями;