

УДК 37.02:378.1+53.07+004

DOI 10.33251/2522-1477-2022-12-108-116

САЛЬНИК Ірина Володимирівна.

доктор педагогічних наук, професор,
в.о. завідувача кафедри природничих наук і
методик їх навчання

Центральноукраїнського державного університету
імені Володимира Винниченка

ORCID 0000-0003-1117-9862

ПІДХОДИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ У ПІДГОТОВЦІ ВЧИТЕЛЯ ФІЗИКИ ПІД ЧАС ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ

Формування експериментаторських умінь та навичок майбутніх учителів фізики є важливим складником їхньої професійної компетентності. За умов упровадження дистанційних форм навчання проведення лабораторного фізичного практикуму зіштовхується з низкою проблем, які проаналізовано у статті. Виявлено два типи проблем, з якими стикається викладач у дистанційній освіті: змісту та методики дистанційної освіти та пов'язані з використанням технічних засобів під час дистанційного навчання. Розв'язання означених проблем у підготовці вчителів фізики пов'язане не лише з формуванням у студентів навички експериментаторської діяльності, а й в озброєнні їх уміннями добирати засоби та технології для проведення шкільного експерименту на уроках фізики під час дистанційного навчання. Наведено п'ять варіантів проведення лабораторних робіт в умовах дистанційного навчання. Виявлено їхні особливості, умови реалізації, а також переваги та недоліки. Показано ефективність запровадження відео в лабораторну практику в курсі загальної фізики.

Ключові слова: дистанційне навчання, лабораторний практикум, фізика, вчитель фізики, цифрові технології.

Постановка проблеми. Вища освіта України, особливо природничого спрямування, перебуває сьогодні у досить складній ситуації. Уведення карантинних обмежень у 2020 р. поставило перед викладачами велику кількість проблем. Недостатній досвід викладачів у використанні інформаційних технологій у навчальному процесі, а також раптова зміна методики викладання з традиційної на дистанційну, до якої викладачі не були підготовлені ні дидактично, ні методично, спричинили чимало проблем у навчанні. Розроблення нових електронних курсів стало для багатьох певним викликом. Виявлено також відносно великі недоліки в навичках студентів у використанні інформаційних технологій та засобів комунікації. Найбільші незручності відчули викладачі природничих дисциплін: фізики, хімії, біології, астрономії, адже невід'ємним складником навчальної програми цих дисциплін є лабораторний практикум, проведення якого поза межами аудиторій є достатньо проблематичним. Подолавши початковий шок, викладачі почали шукати різні варіанти і способи продовження навчання в повному обсязі. Завдяки певним періодичним послабленням та проведенню масової вакцинації стало можливим перевести освітній процес у змішану форму. Викладачі мали можливість хоча б декілька тижнів на семестр працювати зі студентами в аудиторіях, що давало змогу забезпечити виконання важливого складника програми – лабораторного практикуму.

Нинішня ситуація – упровадження воєнного стану, що пов'язано з агресією Росії проти України, – не дає змоги працювати студентам в аудиторіях: є небезпека, багато студентів перемістилися в інші населені пункти або за кордон. У такій ситуації, якщо ви проводите підготовку майбутніх учителів природничих наук, зокрема фізики, де

експерименти є природною і важливою частиною, викладач має для себе зробити вибір: відмовитися від експериментів та приділяти більше часу вивченню теорії та розв'язуванню задач (що також дуже важливо) чи впроваджувати експеримент в онлайн-навчання, тоді постає питання як це зробити.

Виходячи із цього, нами було розглянуто та вивчено різні підходи і методи організації лабораторних робіт у дистанційному форматі. Для цього вивчався досвід як українських, так і закордонних науковців-теоретиків та практиків, аналізувалися можливості університету щодо матеріального забезпечення діяльності студентів, можливості різних онлайн-платформ та додатків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Лабораторні роботи є важливим складником практичної підготовки вчителя фізики. Виконання лабораторного практикуму з курсу загальної фізики дає змогу сформуванню у студентів важливі компетенції, пов'язані з навичками користування фізичним обладнанням, уміннями планувати та проводити вимірювання, обробляти результати, визначати похибки та формулювати висновки. У подальшому студенти вдосконалюють свої навички та навчаються самостійно розробляти лабораторні роботи для учнів. Саме під час виконання лабораторних робіт студенти розвивають навички критичного мислення (аналіз, синтез, узагальнення, систематизація, робота в групі, самоаналіз, рефлексія та ін.).

Питання лабораторного практикуму з фізики вже давно та активно обговорюються науковою спільнотою. Сучасний стан розвитку системи навчального фізичного експерименту пов'язаний із широким використанням різноманітних засобів – від сучасних пристроїв та установок із датчиками та системами обробки результатів експериментів до систем віртуальної та доповненої реальності, застосування імерсивних технологій. У цьому напрямі ґрунтовні дослідження проводяться як українськими науковцями: О. В. Буровим, В. Ф. Заболотним, С. Г. Ковальовим, О. І. Іваницьким, С. Г. Литвиною, С. О. Семеріковим, О. В. Слободяник, О. М. Соколюк, Д. В. Соменком, Н. В. Сороко, Н. Л. Сосницькою, М. П. Шишкіною, С. В. Шульгою та ін., так і закордонними дослідниками сучасних проблем освіти, серед яких: Б. Майер [13], А. Тайкрю та Р. Ерб, Ю. Родрігес, А. Сантана та Л. Мендоса, В. Н. Лунетта, А. Хофштейн, М. П. Клаф [13], М. Арбогаст [9], П. Тінлі, Дж. Рейс та С. Гева [16] та багато інших. Зокрема, С. Г. Ковальов у своєму дослідженні створив та запропонував методику використання універсального спектрального комплексу для вивчення оптичного випромінювання, який дає змогу поєднувати реальний фізичний експеримент із комп'ютерним моделюванням; навчальний фізичний експеримент із використанням ІКТ, зокрема цифрової лабораторії Nova500, розглядає В. Ф. Заболотний [2]; імерсивні технології у навчанні фізики вивчає Н. В. Сороко; методичні особливості проведення навчального експерименту з фізики в умовах дистанційного та змішаного навчання є предметом дослідження А. Юрченка [7], М. М. Яцури [8], В. М. Стоми [6], В. М. Здешиці та ін. [3]. Д. Мандікова [10] пропонує варіанти проведення експериментів у домашніх умовах; можливості та проблеми навчального експерименту у дистанційному навчанні розглянуто в роботі словацьких дослідників С. Голеца, М. Споднякової, М. Грушки [15]. Різноманітні підходи, які пропонують автори у своїх дослідженнях, дали змогу розкрити нові можливості фізичного експерименту та запропонувати цікаві методичні прийоми його проведення.

Але слід відзначити, що більшість досліджень стосується експериментальної підготовки учнів закладів загальної середньої освіти, тоді як фундаментальна підготовка вчителя фізики та система фізичного експерименту закладу вищої освіти часто залишаються поза увагою дослідників.

У своєму дослідженні ми поставили за **мету** проаналізувати різні підходи до навчального фізичного експерименту в закладах вищої освіти та обґрунтувати доцільність використання інтегрованого підходу до проведення експерименту під час дистанційного навчання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дистанційне навчання, онлайн-навчання, e-learning – ці поняття завжди були у центрі уваги фахівців, але де-факто залишалися на другому плані, коли мова заходила про форму організації занять із фізики. Адже всі розуміють, що фізика – наука експериментальна і безпосередній контакт студентів з експериментальними установками необхідний. Але ситуація змінилася, світ охопила пандемія, до якої ніхто не був готовий, особливо система освіти. Не помилимося, якщо зауважимо, що жодних дидактичних та методичних рекомендацій для вчителів та викладачів не було взагалі. Наша українська система освіти та наукові установи дуже гарно забезпечували підтримку традиційних форм навчання, а дистанційна освіта не мала такої підтримки. Університети самостійно впроваджували деякі платформи (наприклад, Moodle), але це були поодинокі випадки викладачів. Якщо говорити про шкільну освіту, то ні про які дистанційні форми навчання не йшлося взагалі. Це повною мірою відбилося тоді, коли стала проблема масового впровадження дистанційної освіти.

Після закриття навчальних закладів та подолання початкового шоку вчителів та викладачів почали шукати різні варіанти та способи продовжити навчання з мінімальними втратами. Від самого початку йшлося переважно про надсилання завдань, вправ та презентацій навчального матеріалу. Із подовженням терміну обмеження пересування викладачі почали переходити на онлайн-викладання, хоча й не в повному обсязі. Але цифровізація освіти з погляду використання цифрового контенту та різних ІТ-інструментів відбулася відносно швидко. На жаль, реалізація залишалася переважно на плечах навчальних закладів, оскільки підтримка з державного рівня була мінімальною.

Незважаючи на те що дистанційна освіта певною мірою використовувалася в університетах ще до пандемії та воєнного стану, перехід на дистанційну освіту за всіма навчальними програмами з різних дисциплін, особливо експериментального практичного характеру, приніс багато ускладнень. У багатьох випадках розпочалися заходи щодо прискорення підготовки студентів та викладачів вишів, які не мали досвіду дистанційного навчання. Проте досвід дистанційного навчання показує, що заміна традиційного навчання виключно або значною мірою дистанційним навчанням не є перспективною. Цей висновок особливо застосовний до вивчення предметів експериментального характеру.

Узагальнення праць науковців та особистий досвід автора роботи дали змогу визначити певні проблеми в реалізації дистанційної освіти. Ці проблеми можна розділити на дві категорії. Одна категорія складається з проблем, пов'язаних зі змістом та методикою впровадження дистанційної освіти, до іншої категорії належать проблеми, пов'язані з технічними засобами, не лише у зв'язку із забезпеченням технологій, а й із рівнем цифрових навичок учасників дистанційної освіти.

1. Проблеми змісту та методики дистанційної освіти:

- Відсутність відповідних навчальних матеріалів для забезпечення дистанційної освіти з усіх предметів (електронних варіантів лекцій, відеозанять, електронних засобів проведення практичних занять і т. д.).
- Відсутність будь-яких методичних матеріалів, що регламентують методику навчання, процес оцінювання, отримання зворотного зв'язку.
- Наявність обмежень у разі проведення експериментів із предметів природничого циклу (відсутність комплексів віртуальних лабораторних робіт, обмежений доступ до експериментальної бази університетів).
- Обмежені можливості для здійснення пошукової діяльності (підготовка курсових проєктів, кваліфікаційних робіт), групової роботи (наукові гуртки, конференції).
- Значне зниження активності студентів у навчанні, взаємодії викладачів та студентів, а також між самими студентами.
- Понаднормове навантаження викладачів під час підготовки до занять: через відсутність матеріалів та методичних вказівок для дистанційної освіти викладач змушений витратити багато часу на підготовку/адаптацію матеріалів для дистанційного навчання,

пошук доступних інформаційних ресурсів, придатних для навчання (наприклад відео YouTube, моделювання на PhET та ін.) та їх включення в тему.

- Непропорційне навантаження студентів, особливо за відсутності вказівок до завдань щодо подальшої діяльності.

- Відсутність досвіду дистанційного навчання.

2. *Проблеми, пов'язані з використанням технічних засобів під час дистанційного навчання:*

- Недостатнє технічне оснащення (апаратне та програмне забезпечення), придатне для здійснення дистанційної освіти (цю проблему відчували всі учасники освітнього процесу).

- Слабке підключення до Інтернету або взагалі його відсутність в окремих районах, у соціально незахищених сім'ях.

- Недостатні цифрові навички викладачів, а в багатьох випадках і студентів (дослідження впливу дистанційного навчання на його ефективність показали, що відсутність у студентів комп'ютерних навичок та відносно сильне відчуття навантаження заважали їм досягти кращих результатів у адаптації до нових методів дистанційного навчання).

Названі проблеми поступово розв'язувалися. Тим не менше частина з них зберігається. З огляду на завдання дослідження, нас цікавили підходи до розв'язання проблеми експериментаторської діяльності студентів – майбутніх учителів фізики.

Вирішення цієї проблеми лежить у двох площинах: по-перше, сформувані у студентів навички експериментаторської діяльності; по-друге, озброїти майбутніх учителів фізики вміннями добирати засоби та технології для проведення шкільного експерименту на уроках фізики під час дистанційного навчання.

Проводячи своє дослідження, ми виділили декілька варіантів проведення лабораторних робіт під час дистанційного навчання.

1. *Експерименти з використанням домашнього обладнання.* Цей вид діяльності є досить цікавим та важливим для формування навичок самостійно складати експериментальні установки, проводити дослідження та обробляти результати, тобто виконувати всю роботу фізика-експериментатора. Нами розглядалися варіанти проведення таких досліджень учнями [4; 5]. Проведені дослідження показали, що в домашніх експериментах були усунені часові обмеження та тиск із боку однолітків, що дало змогу студентам працювати у власному темпі та досить ефективно [17].

Недоліком цього виду роботи є обмеженість ресурсів, тобто засобів проведення дослідів. Учителі та методисти працюють над вирішенням цієї проблеми. Зокрема, Університет Мердока надає набори для експериментів для студентів, але вимагає локального оцінювання, тоді як Університет Едіт Коуен надає набір, що складається з тридцяти одного короткого експерименту [12]. Массачусетський технологічний інститут надає набір для експериментів із дому в курсі «Вібрації та хвилі», але вимагає його повернення в кінці навчального курсу [14]. Підготовка комплектів для домашнього експериментування з курсу загальної фізики є досить складним завданням (особливо з розділів електродинаміки та квантової фізики). Тому такий вид експерименту є достатнім для шкільної практики, а також може бути використаний для формування у студентів методичних компетенцій під час підготовки вчителя фізики. Водночас такий підхід не дає змоги проводити в повному обсязі дослідження, що відповідають рівню курсу загальної фізики.

2. *Використання датчиків смартфонів для проведення досліджень.* Цей напрям виконання лабораторного практикуму стає більш поширеним завдяки збільшенню кількості датчиків та додатків, які містить мобільний телефон. Нами детально розглядалися можливості такого виду експерименту в шкільній практиці [5], де було показано як його переваги, так і недоліки. Слід відзначити, що лабораторні роботи з використанням смартфонів є захоплюючими та цікавими. Нами розроблено серію експериментальних проєктів для учнів 10-11-х класів, які передбачають проведення вимірювань із

використанням різних сенсорів (датчиків), що містяться у смартфонах: «Дослідження руху тіл зі змінною швидкістю», «Моніторинг швидкості руху транспортного засобу», «Визначення ваги людини під час руху в ліфті» «Визначення періоду механічних коливань мотузки» (із використанням датчика гравітації), «Побутова техніка та магнітне поле», «Дослідження магнітного поля Землі», «Наявність намагніченості феромагнетиків» (із використанням датчика магнітного поля), «Визначення висоти будівлі», «Виготовлення вагів» (із використанням барометра), «Розподіл освітленості в кімнаті» (датчик освітленості) та ін. [5]. Наше дослідження у цьому напрямі показало, що за допомогою датчиків телефону можна провести й досить складні експерименти, які відповідають рівню курсу загальної фізики університету. Наприклад, із вивчення різних видів руху, визначення коефіцієнту тертя, під час вивчення хвильових процесів, зокрема звукових хвиль, порівняння освітленості різних тіл та визначення сили світла невідомого джерела та ін. Але знову залишається проблема обмеження лабораторного практикуму за розділами. Також на якість виконання дослідження та його ефективність впливають наявні у студентів засоби (мобільні телефони). Різноманітність мобільних пристроїв, їхні технічні умови повинні бути узгоджені з найбільш ефективним педагогічним підходом. Окрім того, можливості (пам'ять, графіка, розрахунки тощо) мобільних додатків, які використовуватимуться, повинні створювати можливість реалізації навчальних експериментів у повному обсязі. Ця проблема, до речі, залишається не до кінця вивченою. Ще однією проблемою є необхідність використання для проведення досліджень окрім самого телефона додаткового обладнання.

3. **Віртуальні симулятори.** Віртуальні симулятори, що використовують ідеальні моделі, дають змогу студенту порівнювати віртуальні вимірювання із сучасним експериментом, проведеним на дорогому науково-дослідному обладнанні, і розширюють можливості для вивчення та розуміння складних ідей та явищ. При цьому відбувається перехід на більш високий ступінь наочності навчання, підвищується зацікавленість студента і його активність у вивченні навчального матеріалу [1]. Водночас використання лише симуляторів фізичних експериментів дає змогу формувати у студентів елементарні дослідницькі навички, не формуючи здібності роботи з реальними фізичними приладами. Наше довготривале дослідження довело, що лише інтегроване використання реального обладнання та віртуальних експериментів може дати гарний результат. На жаль, навчання онлайн не дає такої можливості.

4. **Цифрові лабораторії.** Використання цифрових лабораторій у навчанні фізики – один із сучасних та перспективних напрямів, оскільки дає змогу пов'язати досліди, що проводяться в реальних умовах, з їх обробкою та узагальненням результатів за допомогою комп'ютерної техніки. Такі цифрові комплекти дають змогу розвивати у студентів навички дослідницької діяльності, оскільки збільшують обсяг самостійної роботи. Як зазначається в роботі [7], цифрові лабораторії значно скорочують час на проведення експерименту, дають змогу з великою точністю обробляти результати вимірювань, проводити експериментальні дослідження в польових умовах. Наприклад, сучасні лабораторні комплекси фірми Vernier можна використовувати як у закладах загальної, так і вищої освіти, оскільки вони містять найсучасніші реєстратори даних LabQuest 3, отриманих із цифрових датчиків, та цілий комплект таких датчиків (загалом 139). Технічні можливості LabQuest 3 дають змогу одночасно підключити до нього до 11 різних типів датчиків та в реальному часі відстежувати зміни всіх вимірюваних параметрів. Ці дані можна передавати студентам через мережу, що дає можливість проводити дослідження дистанційно, але в режимі синхронного навчання. Щорічно у світі на базі реєстраторів даних LabQuest різних модифікацій реалізують тисячі складних проектів, що потребують високої точності вимірювань, а також проводяться професійні дослідження на здобуття наукових ступенів. Тож варіантів практичного застосування цього сучасного реєстратора даних існує дуже багато, у тому числі для проведення фізичних дослідів у курсі загальної фізики. Проблемами запровадження такої технології виконання лабораторного практикуму є відсутність конкретних методичних

розробок (обладнання ще досить нове в Україні, тому це є цікавим напрямом подальших досліджень) та наявність обмеженої кількості датчиків у закладах освіти, оскільки їх вартість досить велика. На нашу думку, це найкращий варіант виконання досліджень в умовах дистанційного навчання.

5. Використання відео лабораторних робіт. Відео дослідів та експериментів використовують учителі та викладачі у навчанні природничих дисциплін досить активно. Пов'язано це, насамперед, із відсутністю у багатьох навчальних закладах необхідного обладнання для проведення демонстрацій, лабораторних робіт, практикумів, дослідницької роботи і т.д. Уведення дистанційного навчання примусило й тих учителів, школи яких мають належне матеріально-технічне забезпечення, шукати шляхи якісного надання освітніх послуг із природничих наук. Одним із варіантів вирішення проблеми формування експериментаторських умінь та навичок є використання відео лабораторного дослідження з подальшим опрацюванням його результатів самостійно учнями. Такий метод, на нашу думку, є досить ефективним і для підготовки студентів. Викладач має можливість провести і зняти відео всіх запланованих досліджень та запропонувати ці матеріали студентам. Студенти під час виконання завдань лабораторного практикуму: ознайомлюються з установкою, за інструкціями вивчають характеристики приладів та їх призначення, переглядають відео та знімають покази з приладів, обраховують шукані величини та похибки вимірювань. Така діяльність дає змогу формувати більшість складників експериментаторської компетентності, окрім уміння користуватися приладами та установками. З іншого боку, відео дає змогу проводити експеримент у тому темпі й у той час, коли це зручно студентові; зупинитися на важливих моментах та передивлятися їх декілька разів; збільшити необхідні зображення, щоб точно зняти покази вимірювань приладів, тощо.

Проаналізувавши різні варіанти виконання лабораторного практикуму, виявивши переваги та недоліки кожного, з'ясувавши технічні можливості викладачів та студентів, методичну готовність останніх, ми використали у викладанні курсу загальної фізики відео лабораторних робіт.

Проведений, таким чином, цикл лабораторних робіт із квантової фізики показав їх ефективність в умовах дистанційної форми навчання. Звичайно, такий підхід вимагає від викладача ґрунтовної підготовки, якісної відеозйомки процесу виконання роботи.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Як показала практика запровадження відео лабораторних робіт у підготовці майбутніх учителів фізики, студенти на достатньому рівні засвоїли методику проведення експериментів, технологію обробки експериментальних даних, розвинули вміння робити теоретичні висновки з отриманих результатів. Разом із тим підвищився рівень самостійності у виконанні експериментальних досліджень, здатність до саморефлексії та самоконтролю за рахунок колективного обговорення отриманих результатів. У подальшому ми плануємо використовувати можливості цифрових лабораторій, розробити серію робіт для виконання в процесі дистанційного навчання.

Список використаних джерел

1. Лабораторний практикум як актуальна проблема дистанційного навчання / Ю. С. Жарких та ін. *Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія «Педагогічна»*. 2010. Вип. 16. С. 150–152. URL: <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/32814/29427> (дата звернення: 15.09.2022).

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. Серія «Педагогічна»*. 2013. Випуск. 19. С. 82–85. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkp_ped_2013_19_31 (дата звернення: 15.09.2022).

3. Здешиц В. М., Здешиц А. В., Прихожа Ю. О. Використання технології BYOD під час виконання лабораторних робіт з фізики. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 3(25). Ч. 2. С. 43–49.
4. Сальник І. В. Експериментаторська робота учнів з фізики в умовах дистанційного навчання. *Наукові записки. Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти»*. 2020. № 14. С. 146–151.
5. Сальник І. В. Мобільні пристрої та сучасне освітнє програмне забезпечення у навчанні фізики в закладах загальної середньої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2019. Т. 73. № 5. С. 1–14. DOI:10.33407/itlt.v73i5.2918.
6. Стома В. М. Комп'ютерна підтримка навчання фізики: ретроспективний аналіз. *Фізико-математична освіта*. 2017. Вип. 4(14). С. 299–303.
7. Юрченко А. Цифрові фізичні лабораторії як актуальний засіб навчання майбутнього вчителя фізики. *Фізико-математична освіта*. 2015. Вип. 1(4). С. 55–63.
8. Яцура М. М., Гамарник А. М., Рачій Б. І. Інноваційна методика проведення лабораторних занять в умовах кредитно-модульної системи навчання студентів. *Фізико-математична освіта*. 2020. Вип. 4(26). С. 148–152.
9. Arbogast, M. Immersive Technologies in Preservice Teacher Education: The Impact of Augmented Reality in Project-Based Teaching and Learning Experiences. Electronic Thesis or Dissertation. 2019. URL: https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=toledo1553266590134835&disposition=inline (дата звернення: 01.09.2022).
10. Dana Mandíková. Physics experiments in distance education at university from the point of view of own experience. *AIP Conference Proceedings*, vol. 2458, Ussue 1, 2022. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0078264> (дата звернення 01.09.2022).
11. Clough, M.P. Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research and practice, In book: *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates Publishers. 2007. P. 393-442, 2007.
12. Mendez, A., Feteris, S., Kirkup Les, Livett, M. SNAPSHOTS: Good learning and Teaching in Physics in Australian Universities, Australian Learning and Teaching Council; School of Physics, Monash University, Victoria. 2005. URL: https://www.researchgate.net/publication/304348826_Snapshots_good_learning_and_teaching_in_physics_in_Australian_universities (дата звернення: 05.09.2022).
13. Meyer, B. Physics Education in the Field of Mechanics with Virtual Reality. Master's thesis, University of Applied Sciences Deggendorf and Vienna University of Technology. 2007. URL: <https://www.ims.tuwien.ac.at/publications/tuw-210293> (дата звернення: 05.09.2022).
14. MIT – Massachusetts Institute of Technology. 8.03 Vibrations and Waves. URL: <https://ocw.mit.edu/courses/8-03sc-physics-iii-vibrations-and-waves-fall-2016/> (дата звернення: 06.09.2022).
15. Stanislav Holec, Miriam Spodniaková Pfefferová and Martin Hruška. Opportunities and pitfalls of physical experimentation in distance learning. *AIP Conference Proceedings*. 2022. Vol. 2458. Ussue 1. URL: <https://doi.org/10.1063/5.0078376> (дата звернення: 10.09.2022).
16. Thinley, P., Reye, J., Geva, S. Tablets (iPad) for M-Learning in the Context of Social Constructivism to Institute an Effective Learning Environment. *International Journal of Interactive Mobile Technology*. 2014. Vol. 8. № 1. P. 16-20. URL: <https://doi.org/10.3991/ijim.v8i1.3452> (дата звернення: 10.09.2022).
17. Turner, J., Parisi, A. Take-home physics experiment kit for on-campus and off-campus students, 2008. URL: https://www.researchgate.net/publication/279379411_Take-home_physics_experiment_kit_for_on-campus_and_off-campus_students (дата звернення: 10.09.2022).

References

1. Zharkyykh, Yu.S., Lysochenko, S.V., Sus, B.B., Tretiak, O.V., Shkavro, A.H. (2010). Laboratornyi praktykum yak aktualna problema dystantsiinoho navchannia [*Laboratory practicum as an actual problem of distance learning*]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka*, Serii: Pedahohichna. Vypusk 16. S. 150-152. <http://ped-series.kpnu.edu.ua/article/view/32814/29427> [in Ukrainian].
2. Zabolotnyi, V.F., Lavrova, A.V. (2013). Navchalnyi fizychnyi eksperyment z vykorystanniam tsyfrovoy laboratorii Nova5000 [*Educational physics experiment using a digital laboratory Nova5000*]. *Zbirnyk naukovykh prats Kamianets-Podilskoho natsionalnoho universytetu im. Ivana Ohienka*. Serii: Pedahohichna. Vyp. 19. S. 82-85. Retrived from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/znppk_ped_2013_19_31 [in Ukrainian].
3. Zdesychyts, V.M., Zdesychyts, A.V., Prykhozha, Yu.O. (2020). Vykorystannia tekhnolohii BYOD pid chas vykonannia laboratornykh robot z fizyky [*Use of BYOD technology during physics laboratory work*]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 3(25). Ch. 2. S. 43-49. [in Ukrainian].
4. Salnyk, I.V. (2020). Eksperymentatorska robota uchniv z fizyky v umovakh dystantsiinoho navchannia [*Experimental work of students in physics in the conditions of distance learning*]. *Naukovi zapysky*. Serii: Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity. Vyp. №14. S. 146-151. [in Ukrainian].
5. Salnyk, I.V. (2019). Mobilni prystroi ta suchasne osvittie prohramne zabezpechennia u navchanni fizyky v zakladakh zahalnoi serednoi osvity [*Mobile devices and modern education software in learning physics in secondary school*]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia*., T.73, №5. S.1-14. [Електронне видання]. DOI:10.33407/itlt.v73i5.2918 [in Ukrainian].
6. Stoma, V.M. (2017). Kompiuterna pidtrymka navchannia fizyky: retrospektyvnyi analiz [*Computer support for learning physics: a retrospective analysis*]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 4(14). S. 299-303. [in Ukrainian].
7. Yurchenko, A. (2015). Tsyfrovii fizychni laboratorii yak aktualnyi zasib navchannia maibutnoho vchytelia fizyky [*Digital physics laboratories as a relevant means of training for the future physics teacher*]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 1 (4). S. 55-63. [in Ukrainian].
8. Yatsura, M.M., Hamarnyk, A.M., Rachii, B.I. (2020). Innovatsiina metodyka provedennia laboratornykh zaniat v umovakh kredytno-modulnoi systemy navchannia studentiv [*Innovative method of conducting laboratory classes in the conditions of the credit-module system of student training*]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vyp. 4(26). S. 148-152. [in Ukrainian].
9. Arbogast, M. (2019). Immersive Technologies in Preservice Teacher Education: The Impact of Augmented Reality in Project-Based Teaching and Learning Experiences. Electronic Thesis or Dissertation. Retrived from: https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=toledo1553266590134835&disposition=inline [in English].
10. Dana Mandíková. (2022). Physics experiments in distance education at university from the point of view of own experience. *AIP Conference Proceedings*, vol. 2458, Ussue 1. [Online]. Retrived from: <https://doi.org/10.1063/5.0078264> [in English].
11. Clough, M.P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research and practice, In book: *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah (NJ), Lawrence Erlbaum Associates Publishers, pp. 393-442 [in English].
12. Mendez, A., Feteris, S., Kirkup, Les, Livett, M. (2005). SNAPSHOTS: Good learning and Teaching in Physics in Australian Universities, Australian Learning and Teaching Council; School of Physics, Monash University, Victoria. Retrived from: https://www.researchgate.net/publication/304348826_Snapshots_good_learning_and_teaching_in_physics_in_Australian_universities [in English].
13. Meyer, B. (2007). Physics Education in the Field of Mechanics with Virtual Reality. Master's thesis, University of Applied Sciences Deggendorf and Vienna University of Technology. Retrived from: <https://www.ims.tuwien.ac.at/publications/tuw-210293> [in English].

14. MIT – Massachusetts Institute of Technology. 8.03 Vibrations and Waves. (2016) Retrieved from: <https://ocw.mit.edu/courses/8-03sc-physics-iii-vibrations-and-waves-fall-2016/> [in English].

15. Stanislav Holec, Miriam Spodniaková Pfefferová and Martin Hruška. (2022). Opportunities and pitfalls of physical experimentation in distance learning. *AIP Conference Proceedings*, vol.2458, Ussue 1. [Online]. Retrieved from: <https://doi.org/10.1063/5.0078376> [in English].

16. Thinley, P., Reye, J., Geva, S. (2014). Tablets (iPad) for M-Learning in the Context of Social Constructivism to Institute an Effective Learning Environment. *International Journal of Interactive Mobile Technology*, vol. 8, no. 1, pp. 16-20. Retrieved from: <https://doi.org/10.3991/ijim.v8i1.3452> [in English].

17. Turner, J., Parisi, A. (2008). Take-home physics experiment kit for on-campus and off-campus students, Retrieved from: https://www.researchgate.net/publication/279379411_Take-home_physics_experiment_kit_for_on-campus_and_off-campus_students [in English].

SALNYK Iryna, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Head of the Department of Natural Sciences and methods of their teaching, Volodymyr Vynnychenko Central Ukrainian State University.

APPROACHES TO THE ORGANIZATION OF LABORATORY PRACTICUM IN PHYSICS TEACHER TRAINING DURING DISTANCE EDUCATION

Abstract. *Formation of experimental abilities and skills of future physics teachers is an important component of their professional competence. The transition to distance learning for all educational programs in various disciplines, especially experimental and practical, brought many complications. In many cases, measures have been initiated to accelerate the training of university students and teachers who had no experience of distance learning. However, the experience of distance education shows that the replacement of traditional education exclusively or largely by distance education is not promising. Under the conditions of the introduction of remote forms of education, conducting a laboratory physical workshop faces a number of problems, which are analyzed in the article. Two types of problems faced by the teacher in distance education are identified: firstly, content and methods of distance education and secondly, problems related to the use of technical means during distance education. The solution of these problems in the training of physics teachers is not only related to the formation of experimental skills in students, but also in arming them with the skills to select tools and technologies for conducting a school experiment in physics lessons during distance learning in general secondary education institutions. The article presents five options for conducting laboratory work in distance learning conditions: experiments using home equipment, using smartphone sensors for conducting research, virtual simulators, digital laboratories, using videos of laboratory work. Their features, implementation conditions, as well as advantages and disadvantages are revealed. It is shown that the choice of the form of conducting the workshop largely depends on the material and technical equipment of laboratories and methodical training of teachers, as well as the readiness of students. The technology of introduction of video laboratory practice in the course of general physics is proposed. The experience of such work has shown their effectiveness, as well as their influence on the formation of students' independent activity skills.*

Key words: distance learning, laboratory practice, physics, physics teacher, digital technologies.

Одержано редакцією: 19.09.2022 р.
Прийнято до публікації: 23.11.2022 р.