

ПРОФЕСІЙНА ІДЕНТИЧНІСТЬ І МАЙСТЕРНІСТЬ ПЕДАГОГА

УДК 372.853

DOI <https://doi.org/10.32782/2415-3605.24.1.1>

МИКОЛА ГОЛОВКО

ORCID ID: 0000-0002-8634-591X

m.golovko@ukr.net

доктор педагогічних наук, професор
Тернопільський національний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль

СЕРГІЙ КРИЖАНОВСЬКИЙ

ORCID ID: 0000-0002-4672-5416

kryzhanovskij.s@gmail.com

здобувач вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня
Тернопільський національний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль

ВІКТОР МАЦЮК

ORCID ID: 0000-0002-8710-3082

mvmtern@gmail.com

кандидат педагогічних наук, доцент
Тернопільський національний університет
імені Володимира Гнатюка
вул. М. Кривоноса, 2, м. Тернопіль

РЕАЛІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДИСТАНЦІЙНОГО ТА ЗМІШАНОГО НАВЧАННЯ МАЙБУТНІХ УЧИТЕЛІВ ФІЗИКИ ЗАСОБАМИ ХМАРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

У статті проаналізовано нормативно-правові та організаційні передумови реалізації дистанційного та змішаного навчання в закладах вищої освіти в умовах воєнного часу. Обґрунтовано перспективність використання засобів хмарних технологій як інструменту підтримки дистанційного та змішаного навчання та узагальнено практичний досвід їх використання в освітньому процесі кафедри фізики та методики її навчання Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка.

Охарактеризовано функціональні можливості сучасних хмарних технологій як сервісів підтримки дистанційного та змішаного навчання фізики, що забезпечують ефективну організацію аудиторного та онлайн-навчання, самостійної роботи здобувачів вищої освіти, формування в них практичних умінь і навичок, важливих для подальшої професійної діяльності.

Проаналізовано основні типи комп'ютерного дидактичного забезпечення освітнього процесу з фізики та напрями його використання для розв'язання конкретних навчально-методичних завдань. Акцентовано увагу на важливості використання цифрових лабораторій як складника технології дистанційного та змішаного навчання майбутніх учителів і викладачів фізики, висвітлено особливості організації навчання з використанням цифрової лабораторії, що функціонує в університеті при кафедрі фізики та методики її навчання.

Зроблено висновки щодо перспектив подальшого розвитку дистанційного та змішаного навчання з використанням хмарних технологій, необхідності вдосконалення цифрової компетентності здобувачів вищої освіти та викладачів як умови ефективного використання в освітньому процесі сучасних інформаційно-комунікаційних технологій, розроблення новітнього дидактичного забезпечення навчання фізики, інтегрованого з хмарними інструментами та сервісами.

Ключові слова: підготовка майбутніх учителів фізики, дистанційне та змішане навчання, цифрова компетентність, хмарні інструменти, цифрова лабораторія.

MYKOLA HOLOVKO

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maxyma Kryvonosa St, Ternopil

SERHII KRYZHANOVSKYI

Postgraduate student
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maxyma Kryvonosa St, Ternopil

VIKTOR MATSYUK

Ph.D. (pedagogical sciences), Associate Professor
Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University
2 Maxyma Kryvonosa St, Ternopil

IMPLEMENTATION OF DISTANCE AND BLENDED LEARNING TECHNOLOGIES IN TRAINING OF FUTURE PHYSICS TEACHERS BY MEANS OF CLOUD TECHNOLOGIES

The article updates the problem of distance and blended education of masters – future physics teachers – as components of the innovative environment of university education.

The aim of the study is to analyze the organizational and pedagogical features of the organization of distance and blended education of master's students – future teachers of physics – and to substantiate the ways of implementing these promising educational technologies using digital cloud tools.

To achieve this aim, the methods of problem-comparative analysis, theoretical-methodological generalization, and pedagogical diagnostics were used.

Based on the results of the study, the organizational prerequisites for the implementation of distance and blended learning in higher education institutions in wartime conditions were determined. The prospective use of cloud technologies as a unique tool for supporting distance and blended learning is substantiated, and the practical experience of their use in the educational process of the Department of Physics and Methods of its Teaching at the Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University is summarized.

Functional capabilities of modern cloud technologies as the support services for distance and blended learning of physics are characterized, providing effective organization of classroom and online learning, independent work of higher education students, formation of practical abilities and skills important for further professional activity.

The main types of computer didactic support of the educational process in physics and directions of its use for solving specific educational and methodological tasks are analyzed. Emphasis is placed on the importance of using digital laboratories as a component of the technology of distance and blended learning of physics teachers, the peculiarities of the organization of training using a digital laboratory operating at the university at the Department of Physics Methods of its Teaching are highlighted.

Conclusions have been made regarding the prospects for the further development of distance and blended learning using cloud technologies, the need to improve the digital competence of higher education students and teachers as a condition for the effective use of modern information and communication technologies in the educational process, the development of the latest didactic support for teaching physics, integrated with cloud tools and services.

Key words: *training of future physics teachers, distance and blended learning, digital competence, cloud tools, digital laboratory.*

Кардинальна трансформація традиційних форм організації освітнього процесу у вищій професійній школі України розпочалася на тлі пандемії COVID-19 та актуалізувалася в умовах воєнного часу. На зміну аудиторному навчанню в університетських аудиторіях та лабораторіях прийшло масштабне дистанційне навчання, що охопило впродовж 2020–2024 років більшість студентської молоді та заклади освіти в різних регіонах країни. Під час дії карантинних обмежень та переривання очного навчання з огляду на безпекову ситуацію дистанційні технології стали важливим інструментом (а іноді і єдиною можливістю), що забезпечує доступ здобувачів вищої освіти до якісних освітніх послуг.

Як відзначають у МОН України, провідні заклади вищої освіти накопичили унікальний досвід організаційно-педагогічних підходів, технологій, методів, методик, засобів дистанційного навчання, і ця форма здобуття вищої освіти продовжує активно розвиватися, що відповідає сучасним трендам єдиного європейського освітнього простору. Натомість актуальною залишається проблема відновлення очного навчання. Адже в 2023–2024 навчальному році будуть перші випуски здобувачів освітнього ступеня

«бакалавр», які працювали переважно онлайн та фактично не мали змоги безпосередньо спілкуватися в аудиторії з колегами та викладачами [2].

З огляду на це перспективним є поєднання дистанційного та змішаного навчання, що дасть можливість повноцінно функціонувати сучасному інноваційному середовищу університетської освіти. Такий формат освітнього процесу особливо актуальний для навчання магістрантів, які традиційно поєднують його з професійною діяльністю. Одним із ефективних засобів реалізації дистанційного та змішаного навчання є хмарні технології.

Розв'язанню проблеми організації навчання закладами вищої освіти в умовах непередбачуваних викликів присвячені наукові розвідки зарубіжних і вітчизняних авторів. У фокусі уваги зарубіжних дослідників є вдосконалення інструментів дистанційного навчання, зокрема й з використанням сучасних хмарних сервісів, з метою посилення його індивідуалізації й особистісної спрямованості, забезпечення максимальної об'єктивності контролю та оцінювання результатів навчально-пізнавальної діяльності, поглиблення конструктивної суб'єкт-суб'єктної взаємодії педагогів і студентів. Порівняно новим напрямом європейських досліджень є методологія та практика технології змішаного навчання, що розглядається не лише як доповнення традиційного навчання, а й як його альтернатива з огляду на конкретні умови, в яких функціонує освітня система, та глобальні виклики [21; 22].

У працях вітчизняних дослідників аналізується локальний досвід організації дистанційної освіти у вищій школі [1, с. 290–303], його переваги та недоліки [9, с. 63–67; 16, с. 68–74], особливості розроблення дидактичного забезпечення, взаємодії студентів і викладачів та використання різних методів її активізації, особливості формування ключових і фахових компетентностей здобувачів освіти в нових умовах [19, с. 50–55; 20, с. 3], можливості використання різноманітних освітніх платформ, цифрових ресурсів та інструментів [3, с. 24–28; 4, с. 159–162; 18, с. 78–82].

В авторських публікаціях з цієї проблематики висвітлено організаційно-педагогічні та методичні особливості дистанційного навчання фізики у закладах вищої освіти [7, с. 23–31], дидактично обґрунтованого поєднання реального та віртуального експерименту як основи опанування природничих наук [5, с. 36–48], а також використання засобів хмарних технологій як інструменту формування й розвитку цифрової компетентності магістрантів-фізиків та вдосконалення системи їхньої самостійної роботи [6, с. 102–117].

Якщо проблематика технологій дистанційного навчання є досить ґрунтовно розробленою для всіх рівнів вітчизняної освіти, то запровадження змішаного навчання актуалізовано у працях вітчизняних учених переважно в аспекті забезпечення якості та доступності освіти й подолання освітніх втрат, зарубіжного досвіду організації дистанційного навчання в умовах непередбачуваних глобальних впливів [13, с. 4]. Отже, її дослідження з урахуванням досвіду підготовки магістрантів у закладах вищої освіти та практики підтримки онлайн-навчання засобами сучасних інформаційно-комунікаційних технологій є актуальним та перспективним.

Метою статті є аналіз організаційно-педагогічних особливостей організації дистанційного й змішаного навчання магістрантів – майбутніх учителів фізики та обґрунтування шляхів реалізації цих перспективних освітніх технологій з використанням цифрових хмарних інструментів.

Базовим актом вітчизняного освітянського законодавства – Законом України «Про освіту» визначено, що дистанційна освіта є однією з основних форм здобуття освіти разом із очною (денною, вечірньою), заочною та мережевою. Також Закон надає право особі поєднувати різні форми здобуття вищої освіти.

При цьому дистанційна освіта розглядається як «індивідуалізований процес здобуття освіти, що відбувається в основному за опосередкованої взаємодії віддалених один від одного учасників освітнього процесу у спеціалізованому середовищі, що функціонує на основі сучасних психолого-педагогічних та інформаційно-комунікаційних технологій» (ст. 9) [14]. Стаття 57 цього Закону надає здобувачам освіти та викладачам закладів освіти державні гарантії в умовах воєнного стану та надзвичайних ситуацій і станів, які вимушено залишили місце проживання та роботи, щодо організації освітнього процесу в «дистанційній формі або в будь-якій іншій формі, що є найбільш безпечною для його учасників» [14].

Закон України «Про вищу освіту» закріплює ці норми для здобувачів вищої освіти. Зауважимо, що в тлумаченні дистанційної освіти, хоча й наголошується на опосередкованій суб'єкт-суб'єктній взаємодії, у принципі не виключаються й інші її види [15]. Такий підхід разом із гарантуванням права поєднувати форми освіти створює правове підґрунтя для поєднання різних форм вищої освіти та реалізації технології змішаного навчання, яке, на жаль, чітко не визначене на законодавчому рівні, на відміну від дистанційного.

Практичним орієнтиром розгортання дистанційного навчання у вищій школі є «Положення про дистанційне навчання» (2013), в якому визначено загальні підходи до його організації. Зокрема, такі основні поняття, як асинхронний та синхронні режими взаємодії між суб'єктами освітнього процесу, навчальні вебресурси, дистанційні курси, вебсередовище дистанційного навчання, інформаційно-комунікаційні та психолого-педагогічні технології дистанційного навчання, система управління дистанційним навчанням і вебресурсами, суб'єкти дистанційного навчання тощо.

Положення визначає можливість застосування дистанційного навчання в закладах освіти різних рівнів, зокрема й вищої, його використання як самостійної форми або з метою підтримки інших форм здобуття освіти, а також створення його центрів як відокремлених структурних підрозділів [12].

У контексті нашого дослідження доцільно зауважити, що це Положення не змінювалося упродовж тривалого часу, як, наприклад, нормативно-методичне забезпечення реалізації дистанційної форми здобуття повної загальної середньої освіти, яке оновлювалося в 2020 та 2023 рр.

Перспективою подальшого розвитку дистанційного навчання у сучасних трендах вітчизняної освітньої політики є його поєднання з очним навчанням, тобто активне запровадження змішаного навчання, що, до речі, може стати важливим складником заочного, а тому дозволить зберегти його як самостійну форму здобуття вищої університетської освіти. Зокрема, планується, що під час онлайн-навчання мінімальна кількість годин на бакалавраті має становити одну третю кредиту (10 годин із 30) [2].

Зауважимо, що розгортання змішаного навчання є однією з перспективних тенденцій світової та європейської освіти. Зарубіжні дослідники визначають його як поєднання навчання за допомогою цифрових онлайн-ресурсів і медіа та традиційного навчання в аудиторії. У вузькому розумінні змішане навчання відрізняється від очного та дистанційного концепцією локації, відстані та технологій взаємодії учасників освітнього процесу. У більш широкому наголошується, що таке гібридне навчання має реалізовувати ідею глибокої інтеграції дистанційного та очного навчання у чітко окреслений педагогічний спосіб.

До основних інструментів і ресурсів змішаного навчання відносять Google Classroom, YouTube, Zoom, Microsoft Teams, Skype, Moodle, Blackboard. Воно може бути реалізоване таким чином, що студенти виконують завдання разом в аудиторії, а потім допрацьовують їх вдома з використанням цифрових інструментів, аналізують та надсилають на перевірку. Можливий і такий варіант, коли здобувачі проходять онлайн-курси, а в проміжках між ними навчаються очно або індивідуально дистанційно [22].

При цьому наголошується, що змішане навчання є особливо ефективним саме для вищої школи, оскільки ця вікова група здобувачів освіти дозволяє викладачам ефективно використовувати системи управління освітнім процесом та ресурсами під час онлайн-складника освітнього процесу (наприклад, Blackboard і Moodle).

Найбільш популярним за кордоном на сьогодні є гібридна модель навчання Innosight (метод «онлайн-драйвера» або «перевернуте навчання»), яка має принципові відмінності. Так, під час дистанційного навчання викладачі на онлайн-зустрічах читають лекції, які за принципом презентації навчального матеріалу досить часто подібні до очного навчання, а виконані завдання студенти надсилають у клас. При цьому не завжди викладачам вдається оперативно та якісно їх перевірити з огляду на кількість та індивідуальний стиль роботи здобувачів, дотримання термінів здачі тощо.

Натомість у «перевернутому» класі викладачі засобами онлайн-медіа подають навчальний матеріал, а студенти опрацьовують їх в індивідуальному режимі. Аудиторні заняття присвячуються практичним вправам, обговоренню проблемних питань, навчальним дискусіям. Таким чином, змішане навчання підсилює індивідуалізацію освітнього процесу: традиційний метод передачі готових знань перетворюється на інтерактивний.

При цьому можливими варіантами є поєднання: очного та дистанційного навчання; використання окремих технологічних рішень онлайн-навчання під час традиційної організації освітнього процесу; використання системи дидактичних матеріалів, що поєднує традиційні джерела (підручники та навчальні посібники) та електронні освітні ресурси. Серед розмаїття моделей змішаного навчання як найбільш функціональні виокремлюють такі: ротаційну (почергову зміну таких ключових характеристик освітнього процесу, як локація та види навчальної діяльності); особистісно орієнтовану (паралельне очне навчання та роботу з онлайн-ресурсами за індивідуальними освітніми траєкторіями); збагаченого віртуального середовища (переважно роботу з дистанційними курсами з можливістю очних занять як індивідуальних, так і групових з метою закріплення вивченого матеріалу, обговорення навчально-пізнавальних проблем та результатів виконання завдань і проєктів) [8].

На організаційно-методичному рівні імплементація законодавчо закріпленого права на здобуття освіти за дистанційною формою забезпечується конкретними закладами вищої освіти, широка автономія яких дає можливість оперативно та ефективно реагувати на нові освітні виклики. Так, у Положенні про дистанційне навчання в Тернопільському національному педагогічному університеті, оновленому в 2023 році, конкретизовано цілі, особливості взаємодії суб'єктів, стратегію, методи, технології і засоби, способи організації освітнього процесу в дистанційному форматі з урахуванням особливостей закладу освіти та сучасних умов, в яких він функціонує.

Конкретизовано такі важливі його складники, як електронний навчально-методичний комплекс навчальної дисципліни, дистанційний курс (електронна система навчальної інформації та навчально-методичних засобів, доступних для здобувачів вищої освіти як через Інтернет, так і локальну мережу), інформаційно-комунікаційні технології (технології створення, накопичення, зберігання навчальної інформації та доступу до електронних навчально-методичних комплексів і курсів, технології програмної підтримки освітнього процесу), психолого-педагогічні технології (система засобів досягнення освітніх цілей – навчальних і виховних), синхронний режим (взаємодія між учасниками освітнього процесу з використанням таких сучасних інструментів, як чат, відеоконференції, соціальні медіа), асинхронний режим (взаємодія між учасниками із затримкою в часі засобами електронної пошти, форумів, соціальних медіа тощо) [11].

Особливості створення та використання електронних навчальних ресурсів в університеті регламентуються «Положенням про електронний навчально-методичний комплекс навчальної дисципліни», а технічну, методичну та координаційну підтримку здійснює навчально-науковий центр організації освітнього процесу.

Дистанційне навчання передбачає проведення занять різних типів: такі основні форми організації освітнього процесу, як самостійна робота, навчальні заняття (лекція, семінар, практичні та лабораторні заняття, консультації, що реалізуються технологіями онлайн синхронно або асинхронно), практика та контроль. Для дистанційних лабораторних занять передбачено як використання відповідних віртуальних тренажерів, так і можливість їх виконання в лабораторіях університету (тобто поєднання дистанційного навчання з очним).

Однією з ключових умов ефективного дистанційного навчання є наявність спеціалізованого середовища, що підтримується сучасними цифровими технологіями та забезпечує взаємодію суб'єктів освітнього процесу. Таке вебсередовище успішно функціонує в Тернопільському університеті імені Володимира Гнатюка та забезпечує авторизований доступ суб'єктів освітнього процесу до електронних ресурсів, цифрових засобів й інструментів, а також систему управління дистанційним навчанням, спроектовану на платформі Moodle. Ключовим елементом системи дистанційного та змішаного навчання є сервер електронних ресурсів (рис. 1) [17].

Важливою особливістю Moodle є можливість використання учасниками освітнього процесу без інсталяції на робочому місці користувача та допоміжного програмного забезпечення. Будь-які зміни, а також результати роботи на платформі зберігаються на сервері, що забезпечує автоматизований процес управління. Ефективними засобами організації дистанційного та змішаного навчання у системі Moodle є форум, чат, електронна пошта, сервіс спілкування для здобувачів освіти, обмінник файлів, система тестування, система управління навчальним курсом, система організації подання навчального матеріалу, системи організації навчальної діяльності, планування (календар), пошук, робота з групами, допомога, засоби розроблення навчальних курсів тощо [3, с. 24–28].

Вони забезпечують роботу із сервером, зручний вебінтерфейс, можливості створювати навчальні курси та відповідну документацію, підтримувати синхронне та асинхронне онлайн-навчання, організувати зустрічі та конференції. Передбачено такі режими системи за групами користувачів із відповідними правами доступу, як гостьовий (з ідентифікацією та без ідентифікації), навчання студентів, розміщення курсів авторами, викладання та редагування курсів викладачами, управління та адміністрування освітнього процесу. Система Moodle інтегрована з хмарними сервісами Google Workspace та Microsoft 365, що розширює її функціональні можливості в організації дистанційного й змішаного навчання.

Важливим складником є електронний навчальний курс як динамічна система, що регламентує процедури формування змістового контенту конкретних дисциплін, його оновлення та доповнення, налагодження та особливості реалізації в освітньому процесі. Вона органічно поєднує засоби й інструменти розроблення, редагування, збереження, транспортування дидактичних матеріалів, організації навчально-пізнавальної діяльності, а також контролю й оцінювання результатів навчання. Викладач

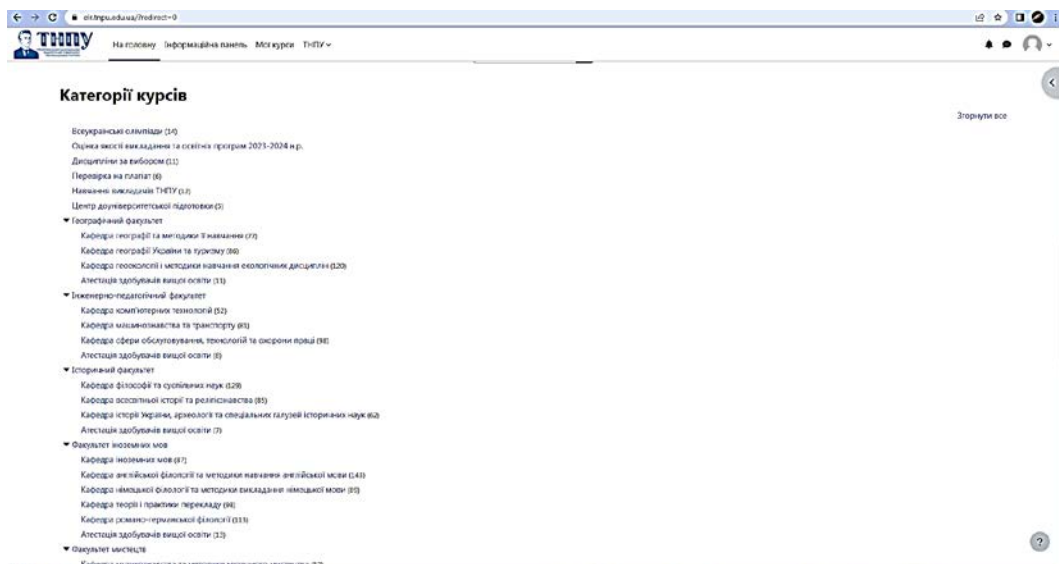


Рис. 1. Сервер електронних ресурсів ТНПУ імені Володимира Гнатюка

може самостійно проектувати навчальний курс на основі заданих шаблонів (структура, календар, форум) та змінювати їх у процесі роботи над курсом.

Важливим функціональним інструментом системи є модуль тестування. Передбачено можливість створення тестових завдань різних типів (з вибором однієї правильної відповіді, з множинним вибором, логічним вибором (вірно/невірно), на встановлення відповідності, відкритті завдання (на доповнення, вставлення пропущеного слова, числову відповідь). Викладач може задавати кількість спроб тестування та спосіб оцінки його результатів (за першою або останньою спробами, як середнє арифметичне всіх спроб), переглядати результати тестування як загалом, так і в розрізі конкретного завдання, зберігати їх, аналізувати статистичні дані та детальні звіти щодо різноманітних аспектів тестування в контексті індивідуальної освітньої траєкторії студента [4, с. 159–162].

Наприклад, авторський курс «Методика навчання фізики» представлений силабусами та робочими програмами за семестрами, дидактичними матеріалами за змістовими модулями «Загальні питання методики навчання фізики», «Методика навчання фізики в основній школі», «Методика навчання фізики в старшій школі», що містять: короткі конспекти лекцій за основними питаннями курсу, методичні рекомендації та завдання до практичних занять та самостійної роботи студентів, плани-рекомендації науково-методичного аналізу основних розділів і тем шкільного курсу фізики, приклади конспектів уроків фізики, поради студентам до педагогічної практики, додаткові рубрики «Фізика в кросвордах», «Фізична вікторина», «Фізичні диктанти», «Що вивчає фізика», індивідуальні завдання для студентів, тести для модульного та підсумкового контролю, описи лабораторних робіт з методики та техніки шкільного фізичного експерименту та рекомендації щодо їх виконання, індивідуальні дослідницькі завдання та завдання для самостійної роботи студентів тощо (рис. 2).

Одним із трендів сучасної цифрової освіти є інтеграція систем дистанційного навчання з хмарними інструментами, що забезпечує такі переваги, як вільний, не обмежений у часі та локаціях доступ до електронних курсів, безперервний моніторинг стану виконання завдань й індивідуального прогресу кожного студента, оперативний контроль результатів навчання, їх опрацювання, збереження та використання для корекції освітнього процесу, ефективні комунікації між його суб'єктами тощо [22].

З огляду на це для організації змішаного навчання фізики та методики навчання фізики використовуються хмарні сервіси та спеціалізовані засоби, які дають можливість проводити лекційні, лабораторні та практичні заняття в очному та онлайн-форматах. Ефективним засобом організації дистанційного навчання у синхронному режимі є хмарні інструменти проведення відеоконференцій Google Meet та Zoom, що широко використовуються викладачами ще з початку карантинних обмежень.

Хмарні сервіси використовуються для зберігання та синхронізації, що позбавляє користувачів необхідності перенесення резервних копій файлів на різні пристрої, а також відкриває широкі можливості спільної роботи над документами. Тому вони є дієвим засобом удосконалення управління освітнім процесом та адміністрування.

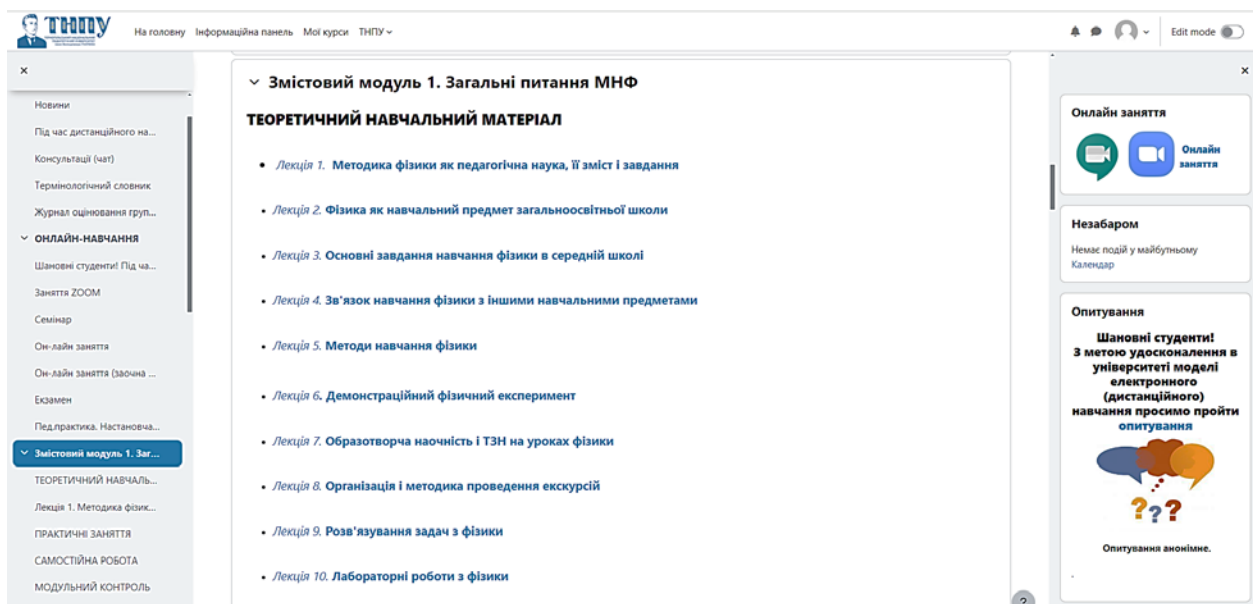


Рис. 2. Інтерфейс електронного навчального курсу «Методика навчання фізики»

Оскільки ключовим складником підготовки майбутнього вчителя фізики є його експериментальна підготовка, одним із ключових питань організації дистанційного навчання здобувачів вищої освіти є дидактично обґрунтоване співвідношення віртуального та реального фізичного експерименту. Відзначаючи беззаперечну роль реального (натурного) фізичного експерименту та відповідно доцільність якнайширшого використання в освітньому процесі всіх його видів (демонстраційного, лабораторного, спеціальних фізичних практикумів), зауважимо, що у сучасних умовах, зокрема з огляду на безпекову ситуацію, віртуальний експеримент є почасти єдиною можливим інструментом забезпечення експериментального навчання фізики. На сьогодні він представлений віртуальними демонстраціями, програмами-симуляторами, віртуальними фізичними лабораторіями, спеціалізованими засобами чисельного моделювання тощо.

Одним зі шляхів дотримання такого балансу за відсутності доступу до лабораторій закладу освіти є відеотека реальних фізичних експериментів. Записи натурних демонстраційних та лабораторних експериментів можна брати готові, проте доцільно за можливості виконувати їх спільно зі студентами у спеціалізованих лабораторіях. Як показує наша практика, це не лише забезпечує максимальне врахування специфіки конкретної навчальної дисципліни, а і сприяє залученню здобувачів освіти до активної навчально-пізнавальної та дослідницької діяльності. Відеофрагменти фізичного експерименту можна зберігати та демонструвати за допомогою відеохостингу YouTube.

З метою кращої візуалізації просторово-часових особливостей протікання фізичних явищ і процесів, що досліджуються за відеозаписами під час дистанційного навчання, досить ефективним є використання інструменту відеоаналізу Tracker. Ця програма, наприклад, автоматично відслідковує характеристики механічного руху об'єктів (швидкість, прискорення) та аналізує взаємозв'язки між ними (хоча Tracker не є за формальними ознаками хмарним сервісом, нещодавно стала доступною онлайн-версія програми, яка дає можливість опрацьовувати дані віддалено та не потребує встановлення).

Для демонстрації умов протікання фізичних явищ та процесів використовуються бібліотеки цифрових інтерактивних моделей ресурсу PhET Interactive Simulations (<https://phet.colorado.edu/>). Віртуальні фізичні лабораторії моделюють експериментальну навчальну діяльність студентів у лабораторії, а завдяки онлайн-технологіям доступ до них є досить простим, а їх використання не потребує встановлення на пристрій користувача. Як показує практика, віртуальні лабораторії можуть ефективно використовуватися під час змішаного навчання. Зокрема, готуючись до лабораторної роботи, студенти самостійно в асинхронному режимі вивчають та досліджують віртуальні моделі фізичних явищ і процесів, вчать використовувати відповідні прилади та установки, фіксувати результати вимірювань тощо. Працюючи в лабораторії, вони використовують набуті знання та розвивають експериментальні вміння, не витрачаючи час на ознайомлення з обладнанням, методикою експериментів та організаційні моменти.

Окремим видом віртуальних лабораторій є спеціалізовані прикладні хмарні застосунки, наприклад, EasyEDA та Multisim Live, які дають можливість конструювати та досліджувати електричні схеми різної складності з використанням базових моделей середовища. Хмарні інструменти CoCalc та Wolfram Mathematica Online представляють клас цифрових засобів чисельної математики, що використовуються для опрацювання результатів експериментальних досліджень, зокрема розв'язування рівнянь, якими описуються фізичні процеси. Використання Google Таблиці чи Microsoft Excel Online під час лабораторних і практичних занять із розв'язування експериментальних і дослідницьких задач, оброблення результатів вимірювань та представлення їх у вигляді таблиць, графіків, діаграм, що підсилює візуалізацію та цілісне сприйняття здобувачами освіти і дає можливість більш ефективно робити узагальнення та висновки.

Суттєво спрощує роботу викладача з пояснення навчального матеріалу та студентів під час практичних занять «віртуальна дошка», що входить до інструментарію відеоконференцій. Її доповнення графічним планшетом моделює роботу традиційної дошки в реальному часі, а хмарне сховище спрощує процес використання та збереження виконаних на ній зображень [10, с. 211–214].

Окремим важливим класом сучасного програмно-методичного забезпечення освітнього процесу з фізики в умовах дистанційного та змішаного навчання є цифрові лабораторії, які забезпечують безпосередню участь студентів у плануванні та виконанні експериментального дослідження з використанням цифрових пристроїв та сучасних інформаційно-комунікаційних технологій.

Така цифрова лабораторія забезпечує експериментальний складник навчальних дисциплін кафедри фізики та методики її навчання Національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Вона є важливим складником системи дистанційного та змішаного навчання. Важливими елементами лабораторії є цифрові датчики та реєстратор даних, які інтегровані з персональним комп'ютером через спеціальне програмне забезпечення (рис. 3).

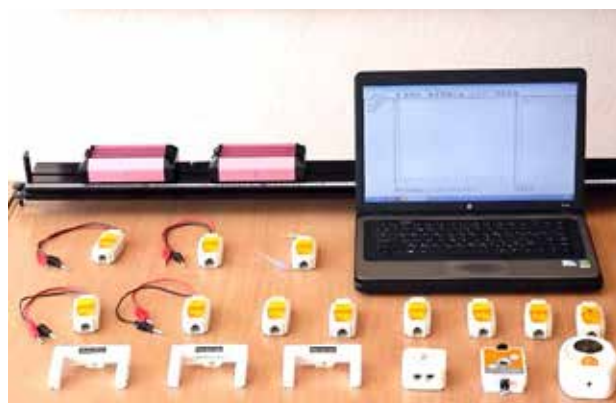


Рис. 3. Цифрова лабораторія Fourier

Дидактичний потенціал цифрової лабораторії використовується під час організації як аудиторного, так і онлайн-навчання (лекції, практичні заняття, консультації) з використанням спеціалізованих цифрових технологій з окремих дисциплін циклів фундаментальної і професійної підготовки майбутніх учителів фізики, а також спеціальних дисциплін. Наприклад, у межах спеціальної дисципліни «Використання цифрових лабораторій під час навчання фізики» здобувачі вищої освіти опановують загальні (методика та техніка шкільного фізичного демонстраційного та лабораторного експерименту з використанням цифрових лабораторій, цифрові лабораторії та засоби хмаро орієнтованих технологій; цифрові лабораторії в умовах дистанційного навчання та організації самостійної роботи з фізики) та конкретні (цифрові лабораторії Fourier та Vernier, сучасні методи вимірювання фізичних величин, будова і принцип роботи вимірювальних датчиків цифрових лабораторій тощо) питання методики використання цифрових лабораторій в освітньому процесі.

Наявне обладнання та програмне забезпечення дають можливість студентам удосконалювати методику й техніку шкільного фізичного експерименту з таких розділів курсу фізики, як «Механіка. Молекулярна фізика. Термодинаміка» (визначення прискорення тіла під час прискореного руху, вивчення закону збереження механічної енергії, дослідження коливань тіла на пружині, перевірка закону Бойля-Маріотта, перевірка закону Шарля) та «Електрика і магнетизм. Оптика. Квантова фізика» (вимірювання

електроємності конденсатора, визначення електрорушійної сили та внутрішнього опору джерела струму, дослідження напівпровідникового діода, визначення температурного коефіцієнта опору металу та дослідження залежності опору напівпровідника від температури, визначення ККД електричного нагрівника).

Наприклад, виконання лабораторної роботи «Визначення електрорушійної сили і внутрішнього опору джерела струму» передбачає знаходження електрорушійної сили та внутрішнього опору джерела постійного струму з використанням датчиків напруги (діапазон ± 25 В) та сили струму (діапазон $\pm 2,5$ А), які включені в експериментальне електричне коло, параметри якого досліджуються (складається з джерела постійного струму, реостата та резистора) (рис. 4).

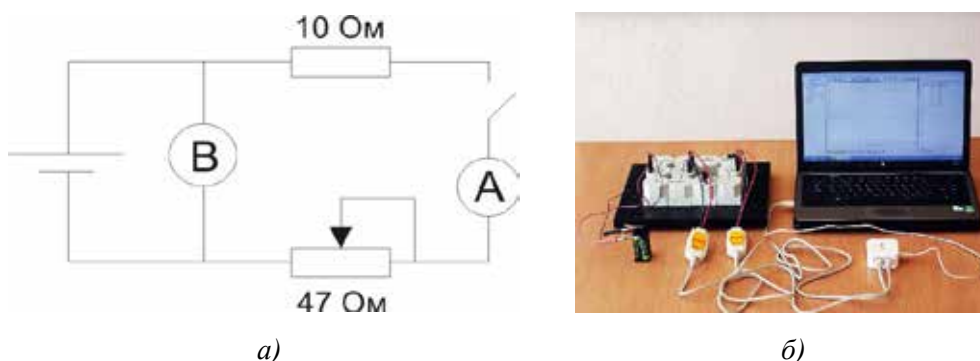


Рис. 4. Лабораторна робота «Визначення електрорушійної сили і внутрішнього опору джерела струму»: а) електрична схема для дослідження інструментами цифрової лабораторії; б) загальний вигляд установки

Датчики напруги та струму під'єднуються до реєстратора даних, який, своєю чергою, з'єднаний з персональним комп'ютером. Для опрацювання результатів вимірювання сили струму та напруги використовується програма MultiLab. Параметри реєстратора змінюються на панелі інструментів, а резистора зі змінним опором – вручну.

Після встановлення параметрів електричної схеми за допомогою програмного середовища здійснюється реєстрація вимірних значень напруги та сили струму, їх збереження, побудова графіка залежності напруги від сили струму $U(I)$ та його аналіз. Інструменти MultiLab дають можливість не лише автоматично реєструвати відповідні фізичні величини та будувати графіки залежностей, а й виконувати, наприклад, апроксимацію лінією, наближеною до експериментальної, отримати аналітичний вираз залежності тощо.

Ширші можливості з обробки вимірних даних надає використання електронних таблиць, наприклад, хмарних сервісів Google Таблиці або Microsoft Excel Online. Їх варто використовувати, якщо необхідні інструменти відсутні в програмі MultiLab, або під час обчислень на комп'ютері, де не встановлена програма MultiLab. Якщо виміряні значення напруги та сили струму з лабораторної роботи скопіювати в Google Таблиці, то там також можна побудувати графік залежності напруги від сили струму, виконати апроксимацію і ще встановити похибки на графіку. Аналогічно можна отримати аналітичний вираз залежності.

Під час опанування цього курсу в здобувачів вищої освіти розвиваються практичні вміння, що є основою для формування методичної компетентності вчителя фізики, навички використання хмарних інструментів для отримання та оброблення результатів фізичних досліджень, їх презентації та використання в майбутньому для створення дидактичного забезпечення дистанційного навчання та самостійної роботи з фізики.

Цифрова лабораторія ефективно використовується для організації дистанційного та змішаного навчання фізики та методики навчання фізики майбутніх учителів. Якщо заняття проходять онлайн, то викладач може демонструвати процес виконання роботи в лабораторії, транслюючи його на робочі місця студентів. Оскільки значення фізичних величин автоматично знімаються цифровими датчиками та акумулюються реєстратором даних, за допомогою хмарних застосунків можна забезпечити доступ до них здобувачів освіти, які, працюючи зі своїми гаджетами, можуть опрацьовувати та аналізувати їх, таким чином безпосередньо долучаючись до експериментального дослідження.

Робота онлайн із цифровими приладами може бути підготовчим етапом до заняття в лабораторії університету та здійснюватися у рамках самостійної роботи студентів під керівництвом викладача або

консультацій. Така організація освітнього процесу («перевернуте навчання») є важливим складником змішаного навчання. Адже коли студенти приходять в аудиторію маючи попередню підготовку, це забезпечує значну ефективність роботи з реальним обладнанням, суттєву економію часу, що традиційно витрачається викладачами на організаційні моменти тощо.

Реалізуючи змішане навчання з використанням засобів хмарних технологій і сервісів, вдається не лише якісно урізноманітнити навчальний процес з дисциплін циклів фундаментальної та фахової підготовки майбутніх учителів фізики, а й оптимізувати його з огляду на необхідність врахування безпекових умов, поєднуючи групову роботу в аудиторії та навчання онлайн.

Успішність дистанційного та змішаного навчання здобувачів вищої освіти залежить від багатьох чинників, ключовим із яких є рівень сформованості у суб'єктів освітнього процесу цифрової компетентності. У дослідженні [6, с. 102–117] ми обґрунтували, що широке використання інструментів хмарних технологій, з одного боку, передбачає наявність у студентів відповідних цифрових умінь і навичок, а з іншого – стимулює розвиток цифрової компетентності, зокрема під час самостійної роботи над завданнями, які потребують її реалізації на практиці. Натомість цифрові вміння є невід'ємним складником професійної компетентності сучасного викладача. Адже без них неможливо виконувати безпосередні функціональні обов'язки з організації освітнього процесу в умовах дистанційного та змішаного навчання (використовувати технології підтримки онлайн-занять, комунікувати зі студентами, здійснювати управління навчанням у режимі реального часу, створювати навчальні курси тощо).

Ці висновки підтверджуються результатами експериментального дослідження (опитування з використанням гугл-форми здійснювалося в 2023–2024 навчальному році), до якого були долучені близько 50 здобувачів вищої освіти другого магістерського рівня ТНПУ імені Володимира Гнатюка, Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка, Українського державного університету імені Михайла Драгоманова, Центральноукраїнського державного університету імені Володимира Винниченка, Вінницького державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського. Зокрема, понад 80% респондентів зазначили, що вже мають досвід організації дистанційного навчання, понад 70% визначають цифрові вміння як ключові у сучасному житті та освітньому процесі, натомість досвід створення навчально-методичних матеріалів для підтримки онлайн освітнього процесу мають менше 50% магістрантів.

Отже, в умовах змішаного навчання актуалізується проблема створення багатофункціональних дидактичних комплексів з фізики та методики навчання фізики, що інтегрують навчально-методичні матеріали на паперових та електронних носіях, а також цифрових освітніх ресурсів, бібліотек електронних наочностей та відеоматеріалів, віртуальних фізичних лабораторій, тренажерів із розв'язування фізичних задач тощо. Сучасні цифрові засоби та сервіси хмарних технологій (засоби доповненої реальності, технологія QR-кодів) дають можливість органічно поєднувати здобувачам освіти роботу з паперовими та цифровими дидактичними матеріалами.

Особливої уваги заслуговує також проблема організації контролю та оцінювання результатів навчання майбутніх учителів фізики в умовах дистанційного та змішаного навчання. Суттєве збільшення ваги самостійної роботи, асинхронний режим роботи та віддаленість суб'єктів освітнього процесу актуалізує питання об'єктивності контрольної-оцінювальної діяльності, самостійності виконання завдань, що виносяться на підсумкову атестацію, ідентифікації студентів. З огляду на це є потреба формування системи завдань і вправ для поточного та підсумкового контролю, що орієнтовані не на відтворення набутих знань, а на їх застосування в практичних ситуаціях, тобто є компетентнісно орієнтованими. Хмарні інструменти дають можливість створювати такі засоби об'єктивного контролю, як різноманітні тести закритого та відкритого типу, з одиничним і множинним вибором, на відповідність, впорядкований вибір тощо. Вони можуть включати різноманітні ілюстративні матеріали, що дає можливість створювати оригінальні тестові завдання на аналіз фізичних явищ і процесів, методичних систем навчання фізики та дидактичних матеріалів.

Хмарні сервіси є потужним допоміжним інструментом формування та розвитку в майбутніх учителів експериментальних умінь. З їхньою допомогою студенти можуть долучатися не лише до споглядання демонстраційного фізичного чи методичного експерименту, а й брати в ньому безпосередню участь навіть за умови дистанційного навчання. Перспективним напрямом є створення у середовищах програм-симуляторів інтерактивних експериментальних робіт, що можуть виконуватися онлайн. При цьому оцінюватиметься не формалізований результат (звіт у паперовому та електронному форматі, почасти

складений за готовими результатами, або перегляду відеофрагмента), а застосування навичок експериментального дослідження. У поєднанні з роботою у фізичній та методичній лабораторії це забезпечить формування в майбутніх учителів експериментальних умінь та навичок в умовах змішаного навчання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Богачков Ю.М., Букач А.В., Ухань П.С. Комплексне застосування Google Classroom для створення варіативних дистанційних курсів. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 76. №2. С. 290–303. URL: <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3338>.
2. Винницький М. Україна – це країна можливостей, але платіжних – ризики. URL: https://theukrainians.org/mykhailovynnytskyi-mon/?fbclid=IwAR1_jUHxW4LO1NqJ7cQt78eIP-3W5f61cKLS_rcjm4Tkzim7o231DO8Q-SM.
3. Габрусев В.Ю. Комп'ютерно-орієнтовані засоби управління навчальними ресурсами MOODLE (модульна, об'єктно-орієнтована, динамічна навчальна система). *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова. Серія № 2. Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. 2006. № 4 (11). С. 24–28.
4. Габрусев В.Ю., Грод І.М., Кулянда О.О. Засоби системи управління навчальними ресурсами MOODLE для проведення тестового контролю знань. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. 14 травня 2020 р., м. Тернопіль. Тернопіль : ТНПУ імені Володимира Гнатюка. 2020. С. 159–162.
5. Головка М.В., Крижановський С.Ю., Мацюк В.М. Моделювання віртуального фізичного експерименту для систем дистанційного навчання в загальноосвітній і вищій педагогічній школах. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2015. № 47(3). С. 36–48. URL: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1224/923#.VbjnkDWgpQ>.
6. Головка М.В., Крижановський С.Ю., Мацюк В.М. Самостійна робота з використанням хмаро орієнтованих технологій як засіб розвитку цифрової компетентності магістрів фізики. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2022. Т. 90. № 4. С. 102–117. URL: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4919>.
7. Головка М.В., Мацюк В.М., Рудницька Ж.О. Організаційно-методичні особливості реалізації дистанційного навчання фізики в закладах вищої освіти. *Наукові записки. Серія: Педагогічні науки*. Кропивницький : Центральноукраїнський державний педагогічний університет імені Володимира Винниченка. 2023. Т. 1. № 208. С. 23–31.
8. Змішане навчання: як організувати освітній процес в умовах війни. *Державна служба якості освіти України*. URL: <https://sqe.gov.ua/zmishane-navchannya-yak-organizuvati-yaki/>.
9. Іщенко Р., Горбунович І. Ефективність дистанційного навчання фізики студентів технічних спеціальностей в умовах карантину. *Фізико-математична освіта*. 2021. Т. 29. № 3. С. 63–67.
10. Крижановський С.Ю., Головка М.В. Цифрова лабораторія як засіб розвитку методичної компетентності майбутніх викладачів фізики. *Підготовка майбутніх учителів фізики, хімії, біології та природничих наук у контексті вимог Нової української школи* : матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції. 18–19 травня 2023 р., м. Тернопіль. Тернопіль. 2023. С. 211–214. URL: http://physicsnature.tnpu.edu.ua/media/archive/physics_nature_2023_%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_DXoALrE.pdf.
11. Положення про дистанційне навчання в Тернопільському національному педагогічному університеті імені Володимира Гнатюка. URL: https://tnpu.edu.ua/about/public_inform/upload/2023/Polozhennia_pro_dystantsiine_navchannia.pdf.
12. Про затвердження Положення про дистанційне навчання : Наказ МОН України від 30 квітня 2013 р. № 703/23235. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13?find=1&text=%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86#w1_32.
13. Малихін О.В., Арістова Н.О., Шпарик О.М. Організація освітнього процесу в Україні та країнах ЄС в умовах непрогнозованих впливів : довідкове видання. Київ : КОНВІ ПРИНТ, 2021. 71 с. URL: <https://undip.org.ua/library/orhanizatsiia-osvitnoho-protsesu-v-ukraini-ta-krainakh-yes-v-umovakh-neprohnzovanykh-vplyviv-dovidkove-vydannia/>.
14. Про освіту : Закон України. / Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text>.
15. Про вищу освіту : Закон України. / Верховна Рада України. Законодавство України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text>.
16. Сальник І.В., Сірик Е.П. Підготовка та проведення семінарських занять з фізики в умовах дистанційного навчання. *Наукові записки. Серія: «Педагогічні науки»*. 2020. Вип. 189. С. 68–74.
17. Сервер електронних курсів ТНПУ ім. В. Гнатюка. URL: <https://elr.tnpu.edu.ua/>.
18. Слободянюк І.Ю., Мислицька Н.А., Заболотний В.Ф., Колесникова О.А. Використання хмаро орієнтованих технологій в умовах дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*. 2020. Випуск 1(23). Частина 2. С. 78–82. URL: http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v1-23-2/2020_1-23-2_Slobodianiuk_FMO.pdf.

19. Федчишин О., Мохун С., Чопик П. Віртуальний фізичний експеримент як засіб удосконалення фахових компетентностей здобувачів освіти в умовах дистанційного навчання. *Фізико-математична освіта*, 2023. Том 38. № 2. С. 50–55. URL: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/238>. DOI: 10.31110/2413-1571-2023-038-2-008.
20. Шарко В.Д. Методика дистанційного навчання фізики з застосуванням мережевих комплексів : робоча програма навчальної дисципліни для аспірантів. Спеціальність 014 – науки про освіту. Факультет фізики, математики та інформатики. Херсон : Кафедра фізики та методики її навчання Херсонського державного університету, 2016. 17 с. URL: <https://www.kspu.edu/>.
21. Distance Learning & Hybrid Learning. 2022. URL: <https://www.edelements.com/distance-learning-pd-and-support-services>.
22. The Definition of Blended Learning. 2021. URL: <https://www.teachthought.com/learning/the-definition-of-blended-learning/>.

REFERENCES

1. Bohachkov, Yu.M., Bukach, A.V., & Ukhan, P.S. (2020). Kompleksne zastosuvannya Google Classroom dlia stvorennia variatyvnykh dystantsiinykh kursiv [Google classroom complex application for creating variable distance courses]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, 76. № 2. 290–303. <https://doi.org/10.33407/itlt.v76i2.3338> [in Ukrainian].
2. Vynnytskyi, M. Ukraina – tse kraina mozhlyvostei, ale plata za nykh – ryzyky [Ukraine is a country of opportunities but the price for them is risks]. Retrieved from: https://theukrainians.org/mykhailo-vynnytskyi-mon/?fbclid=IwAR1_jUHxW4LO1NqJ7cQt78eIP-3W5f61cKLS_rejm4Tkzim7o231DO8Q-SM [in Ukrainian].
3. Habrusiev, V.Iu. (2006). Kompiuterno-oriientovani zasoby upravlinnia navchalnymy resursamy MOODLE (modulna, obiektno-oriientovana, dynamichna navchalna systema) [Computer-oriented educational resources management tools MOODLE (modular, object-oriented, dynamic educational system)]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriiia № 2. Kompiuterno-oriientovani systemy navchannia*. № 4 (11), pp. 24–28 [in Ukrainian].
4. Habrusiev, V.Iu., Hrod, I.M., & Kulianda, O.O. (2020). Zasoby systemy upravlinnia navchalnymy resursamy MOODLE dlia provedennia testovoho kontroliu znan [Means of the MOODLE learning resource management system for testing knowledge]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychyykh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly: Materialy Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii. 14 travnia 2020 r., m. Ternopil*. Ternopil: TNPU imeni Volodymyra Hnatiuka, pp. 159–162 [in Ukrainian].
5. Holovko, M.V., Kryzhanovskiy, S.Iu., & Matsiuk, V.M. (2015). Modeliuvania virtualnoho fizychnoho eksperymentu dlia system dystantsiinoho navchannia v zahalnoosvitnii i vyshchii pedahohichnii shkolakh [Virtual modeling of physical experiment for distance learning systems in the secondary and higher pedagogical schools]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, № 47(3), pp. 36–48. Retrieved from: <http://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/1224/923#>. VbjnIkDWgpQ [in Ukrainian].
6. Holovko, M.V., Kryzhanovskiy, S.Iu., Matsiuk, V.M. (2022). Samostiina robota z vykorystanniam khmaro oriientovanykh tekhnologii yak zasib rozvytku tsyfrovoi kompetentnosti mahistriv fizyky [Independent work using cloud-based technologies as a means of developing the digital competence of masters of physics]. *Informatsiini tekhnologii i zasoby navchannia*, iss. 90, No 4, pp. 102–117. Retrieved from: <https://journal.iitta.gov.ua/index.php/itlt/article/view/4919> [in Ukrainian].
7. Holovko, M.V., Matsiuk, V.M., & Rudnytska, Zh.O. (2023). Orhanizatsiino-metodychni osoblyvosti realizatsii dystantsiinoho navchannia fizyky v zakladakh vyshchoi osvity [Organizational and methodological features of the implementation of distance learning in physics in higher education institutions]. *Naukovi zapysky. Seriiia: Pedahohichni nauky*. Kropyvnytskyi: Tsentralnoukrainskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni Volodymyra Vynnychenka, iss. 1, № 208, pp. 23–31 [in Ukrainian].
8. Zmishane navchannia: yak orhanizuvaty osvitnii protses v umovakh viiny [Blended learning: how to organize the educational process in the conditions of war]. *Derzhavna sluzhba yakosti osvity Ukrainy*. Retrieved from: <https://sqe.gov.ua/zmishane-navchannya-yak-organizuvati-yaki/> [in Ukrainian].
9. Ishchenko, R., & Horbunovych, I. (2021). Efektyvnist dystantsiinoho navchannia fizyky studentiv tekhnichnykh spetsialnostei v umovakh karantynu [Effectiveness of distance learning of physics of technical specialties students under quarantine conditions]. *Fizyko-matematychna osvita*, iss. 29, № 3, pp. 63–67 [in Ukrainian].
10. Kryzhanovskiy, S.Iu., & Holovko, M.V. (2023). Tsyfrova laboratoriiia yak zasib rozvytku metodychnoi kompetentnosti maibutnikh vykladachiv fizyky [Digital laboratory as a means of developing methodological competence of future physics teachers]. *Pidhotovka maibutnikh uchyteliv fizyky, khimii, biolohii ta pryrodnychyykh nauk u konteksti vymoh Novoi ukrainskoi shkoly: Materialy V Mizhnarodnoi naukovy-praktychnoi konferentsii. 18–19 travnia 2023 r., m. Ternopil*, pp. 211–214. Retrieved from: http://physicsnature.tnpu.edu.ua/media/arhive/physics_nature_2023_%D0%B7%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA_DXOaLrE.pdf [in Ukrainian].

11. Polozhennia pro dystantsiine navchannia v Ternopilskomu natsionalnomu pedahohichnomu universyteti imeni Volodymyra Hnatiuka [Regulations on distance learning Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University]. Retrieved from: https://tnpu.edu.ua/about/public_inform/upload/2023/Polozhennia_pro_dystantsiine_navchannia.pdf [in Ukrainian].
12. Pro zatverdzhennia Polozhennia pro dystantsiine navchannia [Regulations on distance learning]: Nakaz MON Ukrainy vid 30 kvitnia 2013 r. № 703/23235. Retrieved from: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0703-13?find=1&text=%D0%B4%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86#w1_32 [in Ukrainian].
13. Malykhin, O.V., Aristova, N.O., & Shparyk, O.M. (2021). Orhanizatsiia osvithnoho protsesu v Ukraini ta krainakh Yes v umovakh neprohnzovanykh vplyviv: dovidkove vydannia [Organization of the educational process in Ukraine and EU countries in the conditions of unpredictable influences: a reference edition]. Kyiv: KONVI PRINT, 71 p. Retrieved from: <https://undip.org.ua/library/orhanizatsiia-osvithnoho-protsesu-v-ukraini-ta-krainakh-yes-v-umovakh-neprohnzovanykh-vplyviv-dovidkove-vidannia/> [in Ukrainian].
14. Pro osvitu [About education]: Zakon Ukrainy. *Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19#Text> [in Ukrainian].
15. Pro vyshchu osvitu [About higher education]: Zakon Ukrainy. *Verkhovna Rada Ukrainy. Zakonodavstvo Ukrainy*. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18#Text> [in Ukrainian].
16. Salnyk I.V., & Siryk E.P. (2020). Pidhotovka ta provedennia seminarskykh zaniat z fizyky v umovakh dystantsiinoho navchannia [Preparation and conducting of seminar classes in physics in the conditions of distance learning]. *Naukovi zapysky. Ser. Pedahohichni nauky*, iss. 189, pp. 68–74 [in Ukrainian].
17. Server elektronnykh kursiv TNPU im. V. Hnatiuka [Server of electronic courses of Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University]. Retrieved from: <https://elr.tnpu.edu.ua/> [in Ukrainian].
18. Slobodianiuk, I.Iu., Myslitska, N.A., Zabolotnyi, V.F., & Kolesnykova, O.A. (2020). Vykorystannia khmaro oriientovanykh tekhnolohii v umovakh dystantsiinoho navchannia [Use of cloud-oriented technologies in the condition of distance education]. *Fizyko-matematychna osvita*. Vypusk 1(23). Chastyna 2. S. 78–82. Retrieved from: http://fmo-journal.fizmatsspu.sumy.ua/journals/2020-v1-23-2/2020_1-23-2_Slobodianiuk_FMO.pdf [in Ukrainian].
19. Fedchyshyn, O., Mokhun, S., & Chopyk, P. (2023). Virtualnyi fizychnyi eksperyment yak zasib udoskonalennia fakhovykh kompetentnosti z dobuvachiv osvity v umovakh dystantsiinoho navchannia [A virtual physic experiments as means of improving the professional competencies of students in the conditions of distance education]. *Fizyko-matematychna osvita*, Tom 38. № 2. S. 50–55. Retrieved from: <https://fmo-journal.org/index.php/fmo/article/view/238> [in Ukrainian].
20. Sharko, V.D. (2016). Metodyka dystantsiinoho navchannia fizyky z zastosuvanniam merezhevykh kompleksiv: robocha prohrama navchalnoi dystsypliny dlia aspirantiv. Spetsialnist 014 – nauky pro osvitu. Fakultet fizyky, matematyky ta informatyky [The method of distance learning of physics with the use of network complexes: the working program of the educational discipline for graduate students. Specialty 014 – educational sciences. Faculty of Physics, Mathematics and Informatics]. Kherson: Kafedra fizyky ta metodyky yii navchannia Khersonskoho derzhavnoho universytetu, 17 p. Retrieved from: <https://www.kspu.edu/> [in Ukrainian].
21. Distance Learning & Hybrid Learning. (2022). Retrieved from: <https://www.edelements.com/distance-learning-pd-and-support-services>.
22. The Definition of Blended Learning. (2021). Retrieved from: <https://www.teachthought.com/learning/the-definition-of-blended-learning/>.