

УДК 37.091.26:004.9

Подласов Сергій Олександрович

старший викладач

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ORCID ID

*s.podlasov@kpi.ua***Матвійчук Олексій Васильович**

кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ORCID ID 0000-0002-4732-9677

*o.matviychuk@kpi.ua***ПІДГОТОВКА ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКЗАМЕНУ З ФІЗИКИ В РЕЖИМІ ОНЛАЙН**

Анотація. Одним з актуальних питань сьогодення в системі вищої освіти є питання проведення контролю знань студентів у режимі дистанційного навчання, зокрема проведення семестрових екзаменів. Метою статті є аналіз методів та засобів проведення підсумкового контролю у формі тестування в умовах дистанційного навчання та оцінка надійності результатів тестування. У роботі сформульовано вимоги до завдань екзаменаційного тесту та розглянуто технологію оцінювання статистичних параметрів якості завдань з використанням математичного пакету, вбудованого в LMS Moodle, та пакетів прикладного програмного забезпечення ltm, eRm, mirt бібліотеки CRAN вільно поширюваного середовища програмування R. Досвід засвідчив, що застосування цих програмних засобів є оптимальним та ефективним способом контролю якості тестових завдань у межах класичної та сучасної теорії тестів.

Запропоновано використати тести трьох рівнів, рівень завдань яких визначено за результатами статистичного аналізу. Послідовне виконання таких завдань дозволяє встановити рівень володіння знаннями кожним студентом. Показано, що індивідуалізація тестових завдань, які виконують студенти, урізноманітнення їх форми, зокрема використання завдань множинного вибору з декількома правильними відповідями, завдань відкритого типу з числовою відповіддю, додання графічних даних до завдань суттєво ускладнює можливі прояви академічної недобросовісності під час екзамену.

Обґрунтовано можливість використання LMS Moodle разом з програмою відеоконференції Google Meet Pro або Zoom для проведення екзамену без застосування спеціальних програм прокторингу. Підкреслено, що усне спілкування викладача зі студентом дозволяє не тільки робити висновки про самостійність виконання завдань, але й сприяє розвитку у студентів умінь наукового спілкування.

Проаналізовано результати критеріально орієнтованого екзаменаційного тесту і за результатами обчислення коефіцієнтів генералізації, каппа Коена та фі-коефіцієнта кореляції зроблено висновок про надійність оцінювання навчальних досягнень студентів.

Ключові слова: екзамен з фізики; критеріально орієнтований тест; аналіз тестових завдань.

1. ВСТУП

Постановка проблеми. Завданням закладів вищої технічної освіти є підготовка висококваліфікованих конкурентоспроможних фахівців. Важливу роль у цьому відіграє фізика, яка є теоретичною базою більшості інженерних дисциплін. Вивчення фізики студентами першого курсу технічного університету повинно сформулювати у них не тільки знання законів природи та їх проявів, але й закласти фундамент для практичного застосування теоретичних знань. Якість засвоєння знань з фізики багато в чому буде впливати на якість фахової підготовки.

Важливим складником підготовки фахівців є контроль знань та вмінь, набутих студентами. В останні роки такий контроль все частіше проводиться у формі тестування. Це зумовлене тим, що тестування є високотехнологічною і методично обґрунтованою формою контролю, яка дозволяє достатньо повно встановити структуру знань студентів та об'єктивно й достовірно оцінити рівень їх навчальних досягнень. Щоправда, за даними М. С. Паккі [1], далеко не всі викладачі поділяють цю точку зору. Незважаючи на це, вимушений перехід на дистанційне навчання змусив викладачів використовувати тестову форму як для поточного контролю, так і для проведення семестрових екзаменів.

На екзамені з фізики кожен студент повинен продемонструвати знання та вміння, набуті протягом семестру відповідно до вимог освітньо-професійної програми спеціальності безвідносно до інших студентів. Це означає, що екзаменаційний тест має бути орієнтованим на критерій (критеріально орієнтований тест – КОрТ).

Проведення екзамену в дистанційній формі із застосуванням критеріально орієнтованого тесту зумовлює необхідність розробки процедури відбору валідних завдань, враховуючи їх статистичні параметри та спроможності перешкоджати проявам академічної недоброчесності студентів, а також розробки методики проведення екзамену й аналізу його результатів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблеми застосування тестових технологій для контролю навчальних досягнень учнів та студентів досліджувалися багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими. Питанням конструювання тестів та аналізу результатів тестування присвячена величезна кількість робіт, серед яких слід відзначити роботи В. Ю. Бикова із співавторами [2], В. П. Сергієнка та Л. О. Кухар [3] та інші.

Важливе значення при застосуванні тестових технологій контролю навчальних досягнень мають статистичні параметри окремих завдань та тесту в цілому. Алгоритм їх обчислення реалізовано в таких програмних продуктах, як-от MS Excel, SPSS, WinSteps [4], а також бібліотеці вільно поширюваного програмного середовища R [5]. Потужні бібліотеки середовища R дозволяють дуже швидко виконувати обчислення як у моделі класичної теорії тестів (КТТ) [6], так і сучасної Item Response Theory – IRT [7] навіть при великих обсягах даних.

Суттєвою проблемою при проведенні іспиту в дистанційній формі є запобігання проявам академічної недоброчесності (шахрайства) студентів. Достатньо повний огляд таких проявів і способів боротьби з ними проаналізовано в роботах [8], [9] та ін. Серед найпоширеніших, які студенти використовують як при дистанційному, так і при традиційному проведенні екзамену, найчастіше називають спроби пошуку інформації в Інтернеті, використання недозволених матеріалів (шпаргалок), спілкування з іншими студентами, спроби залучити сторонніх осіб для відповіді на завдання. Водночас, на думку викладачів та студентів, дистанційна форма проведення екзаменів надає більше можливостей для проявів недоброчесності, ніж традиційна [10], [11]. Особливе занепокоєння викладачів викликає наявність «помічників» при виконанні домашніх завдань на зразок сайту Chegg, з якого студенти можуть дуже швидко одержати «допомогу». Кількість запитів «допомоги» на цьому сайті за період з квітня по серпень 2020 року збільшилася на 196,25 % порівняно з аналогічним періодом 2019 року, тобто після введення карантину у зв'язку з Covid-19 [12]. Існує й російськомовний аналог цього сайту «Автор24», який можна завантажити в телефон з Google Play Market. Як пише у коментарях один з користувачів (Надежда Белоножкина), «Отличный помощник, особенно на экзамене».

Для боротьби з шахрайством на іспитах використовуються різні методи та програмні продукти: засоби автентифікації особистості, системи прокторингу, безпечні (екзаменаційні) браузері.

Автентифікація особистості здійснюється за фізіологічними та поведінськими особливостями людини: розпізнавання обличчя, відбитків пальців, особливостями натискання клавіш на клавіатурі тощо.

В основі систем прокторингу лежать психологічні особливості поведінки людини при виконанні шахрайських дій. J. Ranger та ін. [13] на основі експериментальних досліджень виявили 18 ознак таких дій.

Типи систем прокторингу проаналізовані Assessment Systems Corporation [14] і виявлено, що найбільш ефективним є спостереження за роботою студентів у режимі реального часу. Приклад реалізації такого спостереження представлений на youtube каналі [15].

Безпечні (екзаменаційні) браузері дозволяють студентам під час іспиту робити тільки одне – давати відповіді на екзаменаційне завдання. Наприклад, open-source Safe Exam Browser, призначений для проведення екзаменів та контрольних тестувань в режимі онлайн, передбачає захист від:

- відкриття сторонніх застосунків (відео- та аудіозв'язку);
- паралельного пошуку інформації у веббраузері;
- запуск застосунків на віртуальній машині;
- перехід на певні сайти;
- збереження інформації в буфері обміну перед входом у програму.

Однак в Інтернеті можна знайти достатньо багато способів обходу цих заборон (див., наприклад, [16]).

Застосування професійних систем автоматичної ідентифікації особистості, системи прокторингу та безпечних браузерів є достатньо коштовним (вартість ліцензії Lockdown browser терміном на 1 рік для кількості студентів від 1 до 1000 складає \$2795). Можливо, саме тому такі системи прокторингу не є поширеними в Україні за винятком окремих ЗВО, наприклад, Українсько-американського університету Конкордія [17]. Деякі компанії, зокрема Examity, пропонують послуги з ідентифікації особи студента та прокторингу протягом замовленого часу.

Застосування технічних засобів для контролю доброчесності студентів на іспиті не є обов'язковим. Як показали Z. Jiang та J. Huang [18], буває достатньо обмежити в часі можливість роботи студента з кожним завданням та заборонити повернення до завдань, які вже завершені, або вичерпаний час, відведений на їх виконання. K. Linden, P. Gonzalez [19] порівняли результати іспитів з чотирьох предметів, які у 2019 року проводились у традиційній формі, а у 2020 року – online, але при строгому спостереженні за роботою студентів з використанням тільки програма Zoom. Як виявилось, результати цих іспитів дають практично однакові середні бали та ідентичні розподіли успішності. На основі цих результатів автори роблять висновок, що використання онлайн-конференцій, спеціально не розроблених для контролю на іспитах, може бути економічно вигідним і дієвим інструментом.

Вивчення літературних джерел стосовно проведення екзамену в дистанційній формі показало, що основна увага дослідників прикута до питань ідентифікації особистості студента та використання систем прокторингу. Проте не можна вважати достатньо висвітленими питання методики добору тестових завдань для екзаменаційного тесту з фізики та проведення екзамену в дистанційній формі без застосування спеціальних систем прокторингу.

Метою дослідження є

- формулювання вимог до тесту, який використовується для проведення семестрового екзамену з курсу фізики;
- обґрунтування методики добору завдань для екзаменаційного тесту;
- аналіз можливості використання LMS Moodle разом з програмою відеоконференцій Google Meet або Zoom для проведення екзамену без застосування спеціальних систем прокторингу.

Реалізація поставлених завдань дозволяє створити умови для надійного оцінювання навчальних досягнень студентів при проведенні екзамену з фізики в дистанційній формі.

2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Екзамен у формі тестування має низку очевидних переваг перед традиційною. До них відносять об'єктивність оцінювання, рівність умов для всіх студентів, більший обсяг навчального матеріалу, володіння яким можна перевірити. До того ж екзамен одночасно може скласти достатньо велика кількість студентів, а результати роботи стають відомими одразу по завершенню часу тестування. Недоліками тестової форми екзамену слід уважати: формальність оцінювання, втрату індивідуального підходу, складність перевірки творчих здібностей, необхідність значних зусиль та витрат часу для створення якісного тесту. Одним з найсуттєвіших недоліків є відсутність живого спілкування студент-викладач. Як наголошують N. P. Kalashnikov із співавторами [20], «...сучасні студенти забули як розмовляти на мові фізики, як пояснювати основи для своїх висновків». Крім того, дуже часто підготовка до екзамену в тестовій формі «...зводиться до елементарного натаскування», до перегляду стислого викладу конкретних фактів в Інтернеті замість вдумливої роботи з матеріалом підручників.

2.1. Рівні завдань

Вивчення фізики передбачає не тільки запам'ятовування студентами певної інформації, але й її розуміння та можливе застосування для вирішення практичних завдань. Тому за аналогією з рівнями оцінювання навчальних досягнень учнів, сформульованими в наказі Міністерства освіти і науки України [21], можна запропонувати три рівні засвоєння знань, інакше, «рівнів майстерності» [22] (початковий рівень ми не розглядаємо як такий, що не відповідає рівню університетської освіти) і відповідних рівнів тестових завдань. Завдання *рівня 1* відповідають впізнанню та відтворенню знань, *рівня 2* – застосуванню знань та вмінь у знайомій ситуації, *рівня 3* – застосуванню знань та вмінь у зміненій чи незнайомій ситуації. Такий підхід раніше був запропонований у роботі L. Vilousova та ін. [23] для педагогічної діагностики із застосуванням комп'ютерних технологій.

Основною метою завдань рівня 1 є перевірка знання студентом базових понять, законів, формул. Завдання рівнів 2 та 3 призначені для встановлення глибини розуміння законів природи та їх застосування. Саме до таких належать «відкриті завдання концептуального типу», які пропонує використовувати М. С. Паккі [1, с.148].

Запропонований поділ відповідає трьом першим рівням таксономії Блума: знання, розуміння та застосування. Більш високі рівні засвоєння аналізу, синтезу та оцінювання перевірити на екзамені в тестовій формі достатньо складно, хоча вони певною мірою проявляються у студента при відповіді на завдання рівня розуміння та застосування.

Завдання кожної з категорій мають певну трудність. У КТТ рівень складності визначають за відсотком студентів, котрі не виконали дане завдання. Очевидно, що цей

параметр залежить не тільки від об'єктивного чинника – змісту завдання, тобто тих розумових дій, які повинен виконати студент для правильної відповіді, але від ряду суб'єктивних чинників: рівня підготовленості студента, кількості студентів, для яких призначений тест, формою представлення завдання та варіантом вибраної невербальної підтримки [24, с. 158]. Як показали дослідження Ю. Жука і Л. Ващенко [25], за виконання завдань відкритої форми учні та студенти одержували оцінки на 20 – 30 % гірші, ніж за завдання такого ж змісту, але закритої форми з однією правильною відповіддю. Причин для цього можуть бути дві: 1) серед дистракторів завдань закритого типу міститься правильне твердження, що може бути підказкою навіть для слабо підготовленого учня чи студента [26]; 2) за наявності обмеженої кількості дистракторів ймовірність угадування правильної відповіді достатньо велика (для завдань закритого типу з однією правильною відповіддю і кількістю дистракторів 4 – 5 з однією правильною відповіддю ймовірність угадування становить 20 – 25 %). Це зумовлює все більше широке застосування завдань закритої форми з кількома правильними відповідями, завдання на встановлення відповідності та завдання відкритої форми.

В IRT вводиться ймовірність виконання даного завдання студентом з певним рівнем підготовленості, який не залежить від рівня підготовленості того, хто складає тест. Розвиток IRT Бірнбаумом дозволяє враховувати дискримінативність завдань (двохпараметрична модель) та ймовірність угадування відповіді (трьохпараметрична модель) у завданнях закритого типу з однією правильною відповіддю.

Корисним для стратифікації завдань є побудова графіків інформаційної функції, яка показує наскільки конкретне завдання є ефективним для оцінювання студента із заданим рівнем підготовленості. Максимум інформаційної функції в однопараметричній моделі IRT припадає на значення логіта складності завдання, яке дорівнює логіту підготовленості студента і відповідає ймовірності правильної відповіді 50 %.

2.2. Надійність тесту

Важливим параметром тесту є його надійність. Під надійністю тесту В. М. Кухаренко та ін. [27] розуміють стійкість (повторюваність) і точність результатів вимірювань. У КТТ надійність тестів, орієнтованих на норму, оцінюють за коефіцієнтом кореляції Пірсона, коефіцієнтом рангової кореляції Спірмана, Кеделла тощо. Однак ці методи не є коректними для нормативно орієнтованих тестів, оскільки тут дисперсія тестових балів може бути невеликою, відтак і кореляційна оцінка надійності буде низькою.

Надійність результатів одноразового критеріально орієнтованого тестування, згідно з рекомендаціями, наведеними в роботах [22], [27], може бути оцінена: 1) для окремих завдань тесту за коефіцієнтом внутрішньої узгодженості Кьюдера-Річардсона KR-20; 2) тесту в цілому за коефіцієнтом генералізації, який визначається за результатами двофакторного дисперсійного аналізу ANOVA [27]; 3) за величинами каппа функції Коена (κ) та φ -коефіцієнту кореляції (коефіцієнт спряженості), який є аналогом коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона для таблиць 22.

Таблиця 1

Таблиця спряженості			
		Тест 1	
		незалік	залік
Тест 2	незалік	A	B
	залік	C	D

Для обчислення κ та φ необхідна наявність двох аналогічних тестів, за результатами яких студентів поділяють на дві групи: ті, котрі одержали залік з обох тестів, та тих, котрі не одержали залік хоча б з одного тесту. За цими даними складається таблиця спряженості (інакше - матриця плутаниці), у яку заносяться частки загальної кількості студентів, котрі перевищили критеріальний бал (залік) чи не досягли критеріального балу (незалік) – табл.1. У цій таблиці А, В, С, D – частки загальної кількості студентів, котрі склали «залік», або «незалік» за результатами тестів. Коефіцієнти φ та κ обчислюються за формулами:

$$\varphi = \frac{A \cdot D - B \cdot C}{\sqrt{(A+C)(B+D)(A+B)(C+D)}}, \quad \kappa = \frac{(P - P_c)}{1 - P_c},$$

де $P = A + D$ – частка студентів, котрі склали «залік» та «незалік» за результатами обох тестів, P_c – ймовірність випадкового прийняття узгодженого рішення:

$$P_c = (C + D)(D + B) + (A + B)(C + A).$$

Якщо тест використовується для атестації з певної частини навчального процесу (визначення рівня майстерності [22]), то бажано обчислювати обидва коефіцієнти φ та κ .

2.3. Система тестового контролю

Для проведення тестування використовують різні системи підтримки навчального процесу: BlackBoard, QuizStar, WISEflow, Inspera, eFront та інші, серед яких близько 75 % є ліцензійними. Однією з вільно поширюваних LMS, яка знайшла широке застосування в усьому світі, є Moodle, у якій можна створити 15 різних типів тестових завдань. Окрім завдань закритого типу з вибором однієї або декількох правильних відповідей, завдань з числовою відповіддю, завдань на встановлення відповідності та послідовності в екзаменаційному тесті з фізики доцільно використовувати і такі завдання:

- «вкладені відповіді», де в одному завданні можуть бути представлені декілька запитань відкритого чи закритого типу, що зручно для складання завдань «концептуального типу»;
- «обчислювальне», створюючи яке укладач задає формулу для обчислення певної величини, діапазони зміни параметрів та кількість «екземплярів» завдання, отже, створюється задана кількість завдань з числовою відповіддю однакового змісту, але з різними значеннями параметрів.

У LMS Moodle завдання розміщуються в окремих категоріях (теках). Завдання із заданих категорій можуть бути додані в тест у режимі ручного вибору або автоматичного випадкового вибору. Останнє дозволяє сформувати індивідуальний тест для кожного студента.

Безперечною перевагою Moodle є те, що в ній закладений математичний пакет статистичної обробки результатів тестування, у якому обчислюються параметри всього тесту [28] та параметри окремих завдань.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Формування екзаменаційного тесту

Основними вимогами до завдань екзаменаційного тесту ми вважаємо:

- змістову валідність;
- можливість перевірки засвоєння знань студентами на різних рівнях;
- максимальне ускладнення знаходження інформації в Інтернеті – основному «помічнику» сучасних студентів;
- унеможливлення обміну інформацією між студентами.

Змістова валідність характеризує відповідність завдань КОрТ змістовій області, яка підлягає перевірці. Для її дотримання повинна бути складена детальна специфікація предметної галузі [22], до кожного пункту якої підбираються тестові завдання. Їх правильне виконання є свідченням засвоєння студентом необхідної інформації. Така специфікація була складена для проведення екзамену з розділів «Фізичні основи механіки» та «Молекулярна фізика і термодинаміка» курсу фізики для студентів першого курсу Навчально-наукового інституту атомної та теплової енергетики (ТЕФ).

Завдання для екзаменаційного тесту відбиралися у два етапи із завдань, які використовувалися при поточному контролі з 2015 по 2020 рік, після визначення їх статистичних параметрів. На першому етапі використовувалися дані, обчислені вбудованим математичним пакетом LMS Moodle, на другому – дані обчислень за однопараметричною та двохпараметричною моделями IRT та графіками інформаційної функції окремих завдань.

У математичному пакеті LMS Moodle обчислюються: індекс легкості завдань, стандартне відхилення (дисперсії), розрізнення (інакше – індекс диференціації, або дискримінативність), ефективність розрізнення (інакше – коефіцієнт дискримінації) та деякі інші.

Таблиця 2

Статистичні параметри завдань екзаменаційного тесту	
Параметр	Значення
Індекс легкості	10 – 90 %
Стандартне відхилення	> 30%
Розрізнення	>0 %
Ефективність розрізнення	>30 %

Індекс легкості визначає частку студентів, які успішно виконали завдання. Стандартне відхилення характеризує розкид значень оцінок за дане завдання. Розрізнення – показник, який наближено визначає здатність завдання відокремити сильних та слабких студентів. Ефективність розрізнення – коефіцієнт точково-бісеріальної кореляції, тобто коефіцієнт кореляції між балами, отриманими студентом за певне завдання, і балами за тест в цілому. Для подальшого аналізу використовувалися завдання, для яких параметри лежать у межах, представлених у табл.2.

На другому етапі з усього масиву завдань, відібраних на першому етапі з використанням пакетів ltm, eRm, mirt з бібліотеки CRAN програмного середовища R, були обчислені рівні трудності завдань, їх розрізнення (рис. 1 а), побудовані характеристичні криві завдань та їхні інформаційні функції (рис. 1 б, в), з яких до бази даних екзаменаційного тестування відбиралися завдання відповідно до специфікації.

Для проведення екзаменаційного тестування, на нашу думку, доцільно використовувати завдання, що мають трудність у межах від -2 до +2 логіта, що приблизно відповідає діапазону трудності завдань, визначеній у КТТ, від 90 % до 10 %. Цей діапазон дещо ширший, ніж той, що рекомендується в тестології (20 – 80 %) для завдань нормативно орієнтовного тесту, але ми вважаємо його прийнятним для КОрТ. Відібрані завдання розподілялись за категоріями (теками) LMS Moodle – одна категорія

містила завдання з близькими значеннями рівня трудності та положеннями максимумів інформаційних функцій. Завдання рівня 1 мали трудність у межах $-2 \div -0,51$ логіта, рівня 2: $-0,5 \div +0,7$ логіта, рівня 3: $+0,71 \div +2$ логіта. Валідність відібраних завдань оцінювалась досвідченими викладачами фізики.

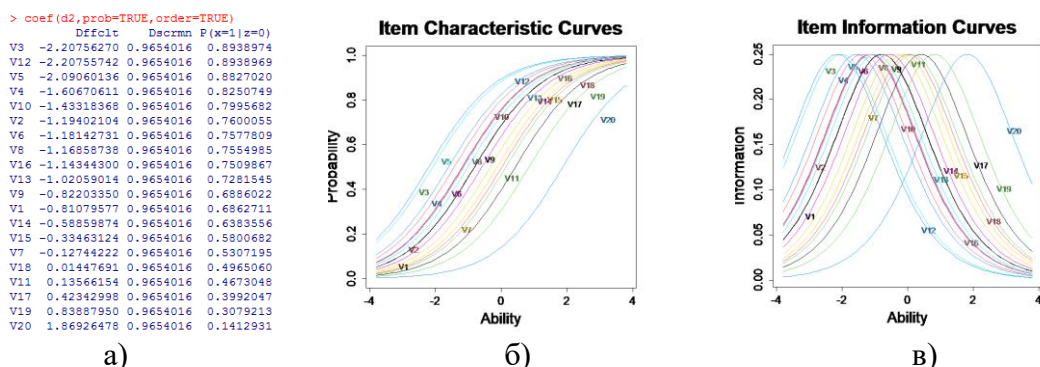


Рис. 1. Результати аналізу засобами програмного середовища R тестових завдань по темі «Динаміка твердого тіла» в двохпараметричній моделі Бірнбаума:

- трудність та розрізнення;
- характеристичні криві завдань;
- інформаційна функція завдань.

Ускладнити можливість пошуку в Інтернеті відповіді на тестові завдання можна декількома способами. По-перше, це обмеження часу виконання тесту (на жаль, у Moodle не можна обмежити час відповіді на одне завдання) і заборона повертатись до попередніх завдань, про що студенти інформуються заздалегідь. По-друге, - це форма і зміст завдань. Як свідчать літературні дані, наш досвід проведення поточного, рубіжного та підсумкового контролю, а також результати опитування студентів (рис.2), найбільш складно відшукати в мережі відповіді на запитання закритого типу з декількома правильними відповідями, завдання з графіками та завдання відкритого типу, де треба вводити певне число (відкриту відповідь типу есе на екзамені ми не використовуємо) та завдання «Вкладені відповіді».



Рис. 2. Результати відповідей студентів на запитання «З Вашого досвіду, яка імовірність знаходження в Інтернеті відповіді на тестове завдання у формі...»

Важливим фактором, який суттєво впливає на можливість знаходження в Інтернеті відповіді на тестове завдання, є оригінальність його змісту, яку легко перевірити, використавши пошукову систему, наприклад, Google, або ж систему перевірки на плагіат.

Для формування екзаменаційного тесту в налаштуваннях Moodle задавався випадковий вибір завдань із заданих категорій. Це дозволяє згенерувати достатньо велику кількість неповторюваних варіантів тесту з обмеженої кількості завдань. У такий спосіб кожен студент одержує індивідуальний тест, що робить марним обмін інформацією між ними.

Якщо екзаменаційний тест буде містити по три завдання різного рівня складності з кожного пункту специфікації, то для його виконання знадобиться достатньо багато часу. Крім того, за нашим досвідом, у такому тесті існує достатньо сильна кореляція між завданнями, чого треба уникати відповідно до рекомендацій тестологів. Є ще одна обставина, яку варто враховувати, – далеко не всі студенти хочуть одержати високу оцінку з фізики, достатньо велика їх частка має бажання одержати мінімальну позитивну оцінку. Враховуючи ці обставини, ми готували три окремі тести з різними рівнями складності.

3.2. Проведення екзамену

Виконання завдань екзаменаційного тесту всі студенти починають з рівня 1. Якщо студент дав правильні відповіді на більше ніж 70 % завдань, він може одержати мінімальну позитивну оцінку або спробувати дати відповіді на завдання рівня 2. Перехід на наступний рівень здійснюється за посиланням у розширеному відгуку до відповіді (рис.3 а), який створюється в налаштуваннях тесту.

Рівень 2

У вас одна спроба! Після завершення тесту ви побачите результат. Якщо він високий, то можна буде спробувати виконати більш складні завдання для одержання вищої оцінки.
РЕЗУЛЬТАТ ДАНОЇ СПРОБИ БУДЕ ЗАРАХОВАНИМ, ЯКЩО У ТЕСТІ ПЕРШОГО РІВНЯ ВИ НАБРАЛИ НЕ МЕНШЕ 60 % МОЖЛИВИХ БАЛІВ. Уважно читайте коментар після закінчення тесту

УВАГА!

1. При виконанні завдань тесту з числовою відповіддю замість десяткової коми використовуйте крапку.
2. Якщо в тесті з вибором відповіді перед варіантами відповіді стоять **квадратики**, то тут може бути **декілька правильних відповідей**.
3. Після завершення тесту у нижній частині сторінки натисніть **"ЗАВЕРШИТИ СПРОБУ"**, після чого ви матимете можливість побачити, які завдання виконані.

У нижній частині сторінки натисніть **"ВІДПРАВИТИ ВСЕ І ЗАВЕРШИТИ"**.

Краща оцінка: 90,00 / 100,00.

Розширений відгук

Ви можете перейти на наступний рівень. Для цього натисніть це посилання.

а)

б)

Рис. 3. а) Розширений відгук до тесту; б) вступні вказівки до тесту рівня 2

Відсоток правильно виконаних завдань на рівні 2 поділений на три діапазони: 0 – 40 % - студент одержує оцінку попереднього рівня; 41 – 70 % - студент одержує оцінку рівня 2; 71 – 100 % - студент одержує оцінку рівня 2, або ж може перейти до виконання завдань рівня 3. На рівні 3 для одержання найвищої оцінки студент повинен правильно виконати не менше 70 % завдань, інакше він одержує оцінку рівня 2. Критеріальний бал для завдань кожного рівня визначався за методом Ангоффа [29] і відповідає прийнятою в НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського» шкалою оцінювання: «відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно», «достатньо», «незадовільно». Перед виконанням завдань 2-го та 3-го рівнів студенти одержують попередження про те, що виконання завдань цих рівнів зараховуються тільки за умови успішного виконання завдань попереднього (рис. 3 б).

Для запобігання спробам шахрайства на екзамені ми використовуємо найпростішу систему прокторингу – студенти виконують завдання при увімкнених відеокамері та мікрофоні при уважному спостереженні викладача. Однак такий прокторинг, як і застосування більш складних систем, не гарантує дотримання принципів доброчесності найбільш «просунутими» студентами. В Інтернеті можна знайти поради, як обійти прокторинг (див., наприклад, [30]), де пропонується використати аудіозв'язок з «помічником», або демонструвати екран і одержувати аудіо-чи відеопідказки.

При використанні LMS Moodle існує ще одна можливість шахрайства – при стандартному налаштуванні системи під одним і тим самим логіном та паролем у неї можуть увійти двоє осіб, яких система сприймає як одну, що недоброчесні студенти можуть використовувати для шахрайства. Для її унеможливлення треба змінити деякі адміністративні налаштування:

1) якщо відомі IP-адреси студентів, то в налаштуваннях адміністратора в категорії Керування / Безпека внести ці адреси до списку дозволених;

2) у категорії Модулі – Аутентифікація – Управління аутентифікацією – Загальні налаштування в пункті «Обмеження числа одночасних входжень» поставити 1 (зауважимо, що в різних версіях Moodle назви пунктів можуть дещо відрізнятися).

Усі заходи із запобігання спроб шахрайства не можуть повністю йому запобігти. Тому виникає потреба у додаткових заходах, які б дозволили перевірити достовірність оцінки за тест. Оскільки фізика – це наука про закони неживої природи, їхні прояви та можливі застосування, то при її вивченні важливим є не тільки формальне знання, але й розуміння сутності. Як підкреслюють психологи, розуміння наукового знання – це вміння правильно сформулювати і розкрити в словесній формі сутність цих законів. Саме тому після завершення тестування ми проводимо коротку співбесіду, під час якої пропонуємо студентам перед увімкненою відеокамерою пояснити на якісному рівні сутність деяких явищ та законів, що були представлені в тесті. Певною мірою це можна вважати використання елементів традиційного екзамену в дистанційному. Якщо студент відразу дає відповіді, не просить «хвилиночку» на обмірковування, не шукає інформацію в комп'ютері, що добре видно з напряму погляду та зміни освітленості обличчя, то це з достатньо великою ймовірністю може бути свідченням самостійності виконання завдань тесту. Висновки за результатами співбесіди викладач може враховувати при виставленні підсумкової оцінки.

Співбесіда викладача із студентами відіграє не тільки контролюючу роль, вона певною мірою компенсує один з недоліків тестового контролю – відсутність спілкування та сприяє розвитку у студентів уміння чітко формулювати думки, вести наукову дискусію, що є однією з важливих якостей інженера.

3.3. Результати екзамену

Створена база екзаменаційних тестових завдань була використана в зимовій екзаменаційній сесії 2021/22 навчального року.

Таблиця 3

Показники надійності екзаменаційного тесту

	Рівень 1	Рівень 2
$\hat{\rho}_T^2$	0,81	0,76
φ	0,827	0,742
κ	0,814	0,748

Надійність результатів екзаменаційного тестування оцінювалась за статистичними параметрами, а саме коефіцієнтом генералізації $\hat{\rho}_T^2$, який обчислювався з використанням коефіцієнтів внутрішньої узгодженості окремих завдань Кьюдера-Річардсона r_{KR-20} [4], [27], коефіцієнта каппа Коена та фі-коефіцієнта кореляції. Оскільки екзаменаційне тестування повторити неможливо, то таблиця спряження складалась за результатами розщеплення даних тестування (непарні та парні завдання). Результати обчислень, проведених із застосуванням бібліотеки програмного середовища R, представлені у табл. 3.

У тестології надійність тесту вважається задовільною, якщо коефіцієнти κ і φ перевищують 0,8. Отже, результати тесту рівня 1 є надійними. У роботі L. Crocker, J. Algina [22] показано, що на значення коефіцієнтів $\hat{\rho}_T^2$ і φ впливають величина критеріального балу та кількість завдань в тесті. Завдяки розщепленню кількість завдань у тесті рівня 2 фактично зменшується вдвічі, так само зменшується і кількість студентів, котрі його виконували. З огляду на це надійність тесту цього рівня також можна вважати прийнятною. Надійність тесту рівня 3 не оцінювалась, оскільки його виконували тільки 4 студенти.

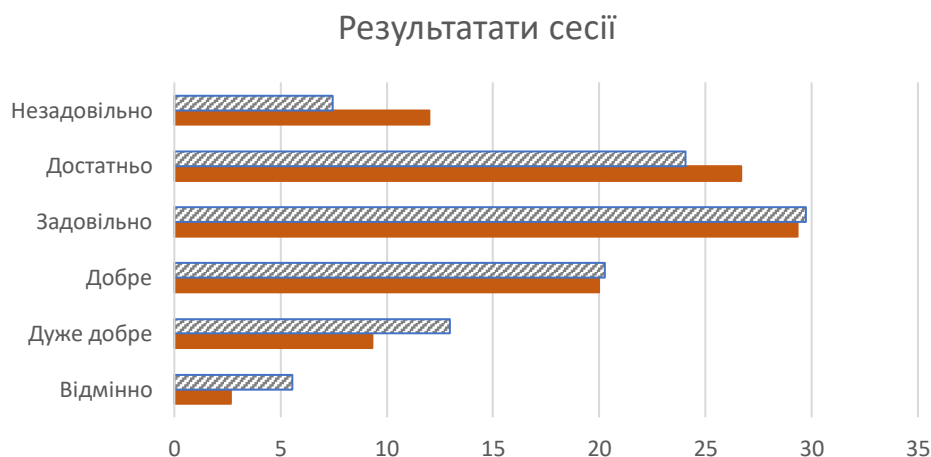


Рис. 4. Відсоток оцінок, набраних студентами в зимову сесію 2019/20 та 2021/22 навчальних років

Надійність результатів тестування підтверджується також достатньо високою кореляцією оцінок студентів, одержаних за результатами екзаменів у дистанційній формі в зимову сесію 2021/22 навчального року та екзамену в традиційній формі в зимову сесію 2019/20 навч. року (рис. 4). Помітну різницю високих та низьких оцінок можна пояснити меншою ймовірністю проявів академічної недоброчесності при традиційному проведенні екзамену, а також з тим, що викладач оцінює не тільки формальні знання, а й розуміння сутності фізичних законів студентом та його здатність до наукового дискурсу.

ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Результати проведеного дослідження дозволяють зробити наступні висновки.

✓ Надійне і достовірне оцінювання знань та вмінь студентів за допомогою тестів потребує ретельного відбору завдань за їх статистичними параметрами: трудність (легкості), стандартне відхилення, ефективність розрізнення (дискримінативність).

✓ Застосування вбудованого математичного пакету LMS Moodle та eRm, ltm, mirt з бібліотеки CRAN вільно поширюваного програмного середовища R показало їх ефективність для визначення статистичних параметрів тестових завдань.

✓ Індивідуалізація тестових завдань та застосування таких їх форм, як-от закрита з декількома правильними відповідями, відкрита, вбудовані відповіді суттєво ускладнили можливості для шахрайства студентів під час екзамену.

✓ Запропонована методика проведення екзамену з фізики в дистанційній формі дозволила проводити його без використання спеціальних програм прокторингу і

надійно оцінити навчальні досягнення студентів, про що свідчать обчислені параметри: коефіцієнта генералізації $\hat{\rho}_I^2$, коефіцієнта k Коена та φ -коефіцієнт кореляції, які характеризують критеріально орієнтований тест.

Перспективи подальших досліджень вбачаємо в розширенні бази завдань екзаменаційного тесту, відборі завдань для проведення екзамену в тестовій формі з розділів «Електрика і магнетизм», «Коливання і хвилі» та «Хвильова оптика», а також апробації тестової форми проведення екзамену, що проводиться в аудиторії з використанням технології BYOD.

ПОДЯКА

Висловлюємо щирю подяку викладачам кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» О. П. Кузю, О. В. Долянівській, Т. Г. Чижській за допомогу в аналізі валідності тестових завдань.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] М. С. Паккі, “Забезпечення надійності процедур оцінювання здобувачів в умовах онлайн навчання.” *ITLT*, том 88, вип. 2, с. 139–151, Квіт 2022. DOI: <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4476>
- [2] В. Ю. Биков, Ю. М. Богачков, Ю. О. Жук. *Моніторинг рівня навчальних досягнень з використанням Інтернет технологій*. Київ, Україна: Педагогічна думка, 2008.
- [3] В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар. *Методичні рекомендації зі складання тестових завдань*: Київ, Україна: Вид-во НПУ, 2011.
- [4] Winsteps. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.winsteps.com/winsteps.htm>. Дата звернення: лип. 12, 2022.
- [5] The Comprehensive R Archive Network. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://cran.r-project.org/>. Дата звернення: лип. 22, 2022.
- [6] М. С. Мазорчук, В. С. Добряк, П. С. Емельянов, “Методы и модели анализа качества тестовых заданий и моделирование компьютерного адаптивного тестирования в системах дистанционного обучения,” *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. - Вып. 73, с. 103-117, 2016. [Електронний ресурс]. Доступно: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vikt_2016_73_14. Дата звернення: лип. 22, 2022.
- [7] S. Castro, “Psychometrics”. [Електронний ресурс]. Доступно: https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/141954_4774223853064561a65bf2f9dc2256ae.html. Дата звернення: лип. 02, 2022.
- [8] F. Noorbebhahani, A. Mohammadi, M. Aminazadeh, “A systematic review of research on cheating in online exams from 2010 to 2021”, *Educ Inf Technol*, 2022. Доступно: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10927-7>. Дата звернення: лип. 15, 2022.
- [9] O. L. Holden, M. E. Norris, V. A. Kuhlmeier, “Academic Integrity in Online Assessment,” : A Research Review. *Frontiers in Education*, vol.6. 2021. doi: 10.3389/educ.2021.639814. Доступно: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2021.639814/full>. Дата звернення: лип. 08, 2022.
- [10] L. L. Walsh, D. A. Lichti, C. M. Zambrano-Varghese, A. D. Borgaonkar, J. S. Sodhi, S. Moon, E. R. Wester and, K. L. Callis-Duehl, “Why and how science students in the United States think their peers cheat more frequently online: perspectives during the COVID-19 pandemic” *International Journal for Educational Integrity*, vol.17, no.23, 2021. Доступно: <https://doi.org/10.1007/s40979-021-00089-3>.
- [11] M. W. Romaniuk, J. Łukasiewicz-Wieleba, “Academic Lecturers Towards the Students' Examining. Similarities and Differences of Stationary and Remote Exams in the Pandemic Era” *International Journal of Electronics and Telecommunications*, vol. 68, no.1, pp. 63-68, 2022, doi: 10.24425/ijet.2022.139849.

- [12] E. Broemer, G. Recktenwald, "Cheating and Chegg: A Retrospective" presented at 2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access, Virtual Conference, July 2021, doi: 10.18260/1-2—36792. Доступно: <https://peer.asee.org/cheating-and-chegg-a-retrospective>. Дата звернення: лип. 23, 2022.
- [13] J. Ranger, N. Schmidt, A. Wolgast, "The Detection of Cheating on E-Exams in Higher Education—The Performance of Several Old and Some New Indicators" (2020) *Frontiers in Psychology*, 11, art. no. 568825, doi: 10.3389/fpsyg.2020.568825. Доступно: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.568825/full>. Дата звернення: лип. 23, 2022.
- [14] N. Thompson, How To Pass An Online Proctored Exam. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://assess.com/pass-online-proctored-exam/> Дата звернення: черв. 20, 2022.
- [15] How to set up your room for a remote proctored exam through MonitorEDU. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://www.youtube.com/watch?v=cInMjEaH1q0> Дата звернення: черв. 30, 2022.
- [16] 1000 и 1 способ обойти Safe Exam Browser, [Електронний ресурс]. Доступно: <https://habr.com/ru/company/neobit/blog/512678/> Дата звернення: лип. 18, 2022.
- [17] О. О. Романовський, Ю. Ю. Романовська, Н. М. Чаплинська, С. А. Данилов, "Онлайн контроль самостійної роботи студентів в умовах дистанційного навчання," *Інформаційні технології і засоби навчання*, т. 84, №4, 211–233, 2021. <https://doi.org/10.33407/itlt.v84i4.4339>
- [18] Z. Jiang and J. Huang, "Effective and Efficient Strategies and Their Technological Implementations to Reduce Plagiarism and Collusions in Non-proctored Online Exams," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1 Feb. 2022, pp. 107-118 doi: 10.1109/TLT.2022.3153948.
- [19] K. Linden, P. Gonzalez, "Zoom invigilated exams: A protocol for rapid adoption to remote examinations" (2021) *British Journal of Educational Technology*, vol. 52, no.4, pp. 1323 - 1337, 2021, doi: 10.1111/bjet.13109
- [20] N. P. Kalashnikov, S. S. Muravyev-Smirnov, D. A. Samarchenko, A. N. Tyulyusov, "Remote Access Application for General Physics Examinations in the Magistracy Institute of National Research Nuclear University МЕРPhI," *AIP Conference Proceedings*, vol.1797, issue 1, 2017. Доступно: <https://doi.org/10.1063/1.4972425>. Дата звернення: лип. 15, 2022.
- [21] Міністерство освіти і науки України (2020). *Система та загальні критерії оцінювання результатів навчання учнів*. [Електронний ресурс]. Доступно: https://mon.gov.ua/storage/app/media/regulatorna_dijalnist/2020/09/14/Systema%20otsinyuvannya/Proyektk%20nakazu%20MON%20Systema%20otsinyuvannya.pdf.
- [22] L. Crocker, J. Algina, *Introduction to Classical and Modern Test Theory*, Belmont, CA: Wadsworth, 527 p., 2006.
- [23] L. Bilousova, O. Kolgatin, L. Kolgatina, "Pedagogical Diagnostics with Use of Computer Technologies", *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 1000, pp. 209–220. [Електронний ресурс]. Доступно: <http://ceur-ws.org/Vol-1000/ICTERI-2013-p-209-220.pdf>
- [24] А. Н. Майоров, *Теория и практика создания тестов для системы образования. (Как выбирать, создавать и использовать тесты для целей образования)*. Москва, Россия, «Интеллект-центр», 2001.
- [25] Ю. Жук, Л. Ващенко, "Вплив форми тестових завдань і профільної спеціалізації класів на результати виконання здобувачами середньої освіти тесту з біології," *Український педагогічний журнал*, №3, с.90-99, 2019 .
- [26] С. О. Подласов, "Тестування з фізики," *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету ім. Т. Г. Шевченка, серія: педагогічні науки*, вип. 23, с.107-111, 2004.
- [27] В. М. Кухаренко, Л. П. Перхун, Н. М. Товмаченко, "Методика комплексного оцінювання якості тестів. Частина 2," *Статистика України*, №4, с.72-79, 2018.
- [28] V. P. Serhiienko, L. O. Kukhar, O. V. Halytskyi, & P. V. Mykytenko. "Use of integrated system of analysis of tests' tasks in LCMS MOODLE". *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 41, no. 3, May 2014, pp. 196-08, doi:10.33407/itlt.v41i3.979.
- [29] W. Angoff, "Scales. Norms. And equivalent scores," in *Educational Measurement*. R. L. Thorndike (Ed.), – Washington, DC.: American Council on Education. 1971, pp. 508 – 600
- [30] Что такое система прокторинга и как её обойти. [Електронний ресурс]. Доступно: <https://zaochnik.ru/blog/chto-takoe-sistema-proktozinga-i-kak-ee-oboiti>. Дата звернення: лип. 23, 2022.

Матеріал надійшов до редакції 16.08.2022 р.

PREPARATION AND CONDUCTING OF THE ONLINE PHYSICS EXAM

Serhii O. Podlasov

Senior Lecturer at the Department of the General Physics and Modeling of Physical Processes
National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 000-0002-3947-4401
s.podlasov@kpi.ua

Oleksii V. Matviichuk

PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of the
General Physics and Modeling of Physical Processes
National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-4732-9677
o.matviychuk@kpi.ua

Abstract. One of the topical current issues of higher education is issue of monitoring students' knowledge in the distance learning mode, in particular, conducting semester exams. The objective of the article is analyze of the methods and means of exam control in test form in the conditions of distance learning and assessing the reliability of the test results. We formulated the requirements to the tasks of examination test, considered technology of evaluation of statistical parameters of quality of tasks using built-in LMS Moodle mathematical package and free software application packages ltm, eRm, mirt of the CRAN library of R programming environment. Experience has shown that the use of these software tools is an optimal and effective way to control the quality of test tasks within the framework of classical and modern test theories. We propose to use tests of three levels, where the difficulty of each item is determined by the results of statistical analysis. Consistent performance of such tasks allows you to establish the level of mastery of knowledge by each student. It is shown that individualization of test tasks, that execute students, creations of variety their form, in particular, the use of multiple-choice tasks with several correct answers, open-type tasks with a numerical answer, plugging of graphic data in a task substantially complicates the probable students' cheating during the exam. We substantiated the possibility of using the LMS Moodle together with the Google Meet Pro or Zoom video conference program to conduct the exam without using special proctoring programs. It is emphasized that the verbal teacher-student communication allows not only to draw a conclusions about the independence of solving the tasks, but also assists to the development of students' scientific communication skills. The results of the calculation of generalization coefficients, Cohen kappa and correlation phi-coefficient made it possible to conclude about the reliability of assessing the educational achievements of students based on the results of their performance of tasks of a criterion-oriented exam test.

Keywords: physics exam; criterion-oriented test; analyses of test items.

REFERENCES (TRANSLATED AND TRANSLITERATED)

- [1] M. S. Pakki, “The ensuring of reliability of students’ assessment procedures during online learning”. *ITLT*, vol.88, no. 2, pp.139-151, apr. 2022. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v88i2.4476>. (in Ukrainian).
- [2] V. Yu. Bykov, Yu. M. Bohachkov, Yu. O. Zhuk, *Monitoring the level of educational achievements using Internet technologies*. Kyiv, Ukraina, ed. Pedahohichna dumka, 2008. (in Ukrainian).
- [3] V. P. Serhiyenko, L. O. Kukhar, *Methodical recommendations for writing test items*, Kyiv, Ukraina, ed. NPU, 2011. (in Ukrainian).
- [4] Winsteps. [Online]. Available: <https://www.winsteps.com/winsteps.htm>. Accessed on: July 12, 2022. (in English)
- [5] The Comprehensive R Archive Network. [Online]. Available: <https://cran.r-project.org/>. Accessed on: July 22, 2022. (in English)
- [6] M. S. Mazorchuk, V. S. Dobryak, P. S. Emel'yanov, “ Methods and models of test task quality analysis and modeling of computer adaptive testing in distance learning systems,” *Open information and computer integrated technologies*, nb.73, pp. 103-117, 2016. [Online]. Available: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vikt_2016_73_14. Accessed on: July 22, 2022. (in Russian).

- [7] S. Castro, "Psychometrics". [Online]. Available: https://rstudio-pubs-static.s3.amazonaws.com/141954_4774223853064561a65bf2f9dc2256ae.html. Accessed on: July 02, 2022. (in English).
- [8] F. Noorbehbahani, A. Mohammadi, M. Aminazadeh, "A systematic review of research on cheating in online exams from 2010 to 2021", *Educ Inf Technol*, 2022. Available: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10927-7>. Accessed on: July. 15, 2022. (in English).
- [9] O. L. Holden, M. E. Norris, V. A. Kuhlmeier, "Academic Integrity in Online Assessment," : A Research Review. *Frontiers in Education*, vol.6. 2021. doi: 10.3389/educ.2021.639814. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2021.639814/full>. Accessed on: July. 08, 2022. (in English).
- [10] L. L. Walsh, D. A. Lichti, C. M. Zambrano-Varghese, A. D. Borgaonkar, J. S. Sodhi, S. Moon, E. R. Wester and, K. L. Callis-Duehl, "Why and how science students in the United States think their peers cheat more frequently online: perspectives during the COVID-19 pandemic" *International Journal for Educational Integrity*, vol.17, no.23, 2021. doi: <https://doi.org/10.1007/s40979-021-00089-3>. (in English)
- [11] M. W. Romaniuk, J. Łukasiewicz-Wieleba, "Academic Lecturers Towards the Students' Examining. Similarities and Differences of Stationary and Remote Exams in the Pandemic Era," *International Journal of Electronics and Telecommunications*, vol. 68, no.1, pp. 63-68, 2022, doi: 10.24425/ijet.2022.139849. (in English).
- [12] E. Broemer, G. Recktenwald, "Cheating and Chegg: A Retrospective", presented at 2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access, Virtual Conference, July 2021, doi: 10.18260/1-2—36792. Available: <https://peer.asee.org/cheating-and-chegg-a-retrospective>. Accessed on: July 23, 2022. (in English).
- [13] J. Ranger, N. Schmidt, A. Wolgast, "The Detection of Cheating on E-Exams in Higher Education—The Performance of Several Old and Some New Indicators" (2020) *Frontiers in Psychology*, 11, art. no. 568825, doi: 10.3389/fpsyg.2020.568825. Available: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2020.568825/full>, Accessed on: July 23, 2022. (in English).
- [14] N. Thompson, How To Pass An Online Proctored Exam. [Online]. Available: <https://assess.com/pass-online-proctored-exam/>. Accessed on: July. 20, 2022. (in English)
- [15] How to set up your room for a remote proctored exam through MonitorEDU. [Online]., Available: <https://www.youtube.com/watch?v=cInMjEaH1q0> Accessed on: June. 30, 2022. (in English).
- [16] 1000 & 1 way around Safe Exam Browser. [Online]. Available: <https://habr.com/ru/company/neobit/blog/512678/> Accessed on: June 18, 2022. (in Russian)
- [17] O. O. Romanovskyi, Yu. Yu. Romanovska, N. M. Chaplynska, S. A. Danylov, "Online control of students' independent work in the conditions of distance learning," *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 84, no.4, pp.211–233, (in Ukrainian), 2021. doi: <https://doi.org/10.33407/itlt.v84i4.4339> (in Ukrainian).
- [18] Z. Jiang and J. Huang, "Effective and Efficient Strategies and Their Technological Implementations to Reduce Plagiarism and Collusions in Non-proctored Online Exams," in *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 1 Feb. 2022, pp. 107-118 doi: 10.1109/TLT.2022.3153948. (in English).
- [19] K. Linden, P. Gonzalez, "Zoom invigilated exams: A protocol for rapid adoption to remote examinations" (2021) *British Journal of Educational Technology*, vol. 52, no.4, pp. 1323 - 1337, 2021, doi: 10.1111/bjet.13109 (in English).
- [20] N. P. Kalashnikov, S. S. Muravyev-Smirnov, D. A. Samarchenko, A. N. Tyulyusov, "Remote Access Application for General Physics Examinations in the Magistracy Institute of National Research Nuclear University MEPhI," *AIP Conference Proceedings*, vol.1797, issue 1, 2017.doi: <https://doi.org/10.1063/1.4972425>. Accessed on: June 15, 2022. (in English).
- [21] Ministry of Education and Science of Ukraine (2020). *The system and general criteria for evaluating student learning outcomes*. [Online]. Available: https://mon.gov.ua/storage/app/media/regulatorna_dijalnist/2020/09/14/Systema%20otsinyuvannya/Proyekt%20nakazu%20MON%20Systema%20otsinyuvannya.pdf. Accessed on: October 15, 2022. (in Ukrainian)
- [22] L. Crocker, J. Algina, Introduction to Classical and Modern Test Theory, Belmont, CA: Wadsworth, 527 p., 2006. (in English).
- [23] L. Bilousova, O. Kolgatin, L. Kolgatina, "Pedagogical Diagnostics with Use of Computer Technologies", *CEUR Workshop Proceedings*, vol. 1000, pp. 209–220. [Online]. Available: <http://ceur-ws.org/Vol-1000/ICTERI-2013-p-209-220.pdf>. Accessed on: October 12, 2022. (in English)
- [24] A. N. Mayorov, *Theory and practice of creating tests for the education system. (How to select, create and use tests for educational purposes)*. Moscow, Russia, "Intellekt-tsentr", 2001. (in Russian).

- [25] Yu. Zhuk, L. Vashchenko, “ The influence of the form of test tasks and the profile specialization of classes on the results of secondary education students' performance of the biology test,” *Ukrainian Pedagogical Journal*, no.3, pp.90-99, (in Ukrainian), 2019.
- [26] S. O. Podlasov, “ Physics testing,” *Bulletin of the Chernihiv State Pedagogical University named after T. G. Shevchenko*, series: pedagogical sciences, vol. 23, pp.107-111, 2004. (in Ukrainian).
- [27] V. M. Kukharenko, L. P. Perkhun, N. M. Tovmachenko, “ Methodology of complex assessment of the quality of tests. Part 2,” *Statistics of Ukraine*, no. 4, pp.72-79, 2018. (in Ukrainian).
- [28] V. P. Serhiienko, L. O. Kukhar, O. V. Halytskyi, & P. V. Mykytenko. “Use of integrated system of analysis of tests' tasks in LCMS MOODLE”. *Information Technologies and Learning Tools*, vol. 41, no. 3, May 2014, pp. 196-08, doi:10.33407/itlt.v41i3.979. (in Ukrainian).
- [29] W. Angoff, “Scales. Norms. And equivalent scores,” in *Educational Measurement*. R. L. Thorndike (Ed.), – Washington, DC.: American Council on Education. 1971, pp. 508 – 600. (in English)
- [30] What is the proctoring system and how to bypass it. [Online]. Available: <https://zachnik.ru/blog/chto-takoe-sistema-proktoringa-i-kak-ee-oboiti>., Accessed on: July. 23, 2022. (in Russian)

