



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет інформаційних технологій та електроніки  
Кафедра комп'ютерних наук та інженерії  
Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри КНІ

Скарга-Бандурова І. С.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ**

Карташова Марка Володимировича

1. Тема роботи: «Програмне забезпечення автоматизованої системи контролю знань», керівник роботи Шумова Л. О затверджені наказом по інституту від «13» травня 2019 р. № 83/15.15
2. Термін подання студентом закінченого проекту (роботи): 10.06.2019
3. Вихідні дані до роботи: \_\_\_\_\_ матеріали переддипломної практики.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки: аналіз засобів автоматизованого контролю знань; аналіз алгоритмів та методів проведення адаптивного тестування; програмна реалізація засобу адаптивного тестування; охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.
5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень): електронні плакати.

## 6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	ст. викл. Критська Я.О.		

7. Дата видачі завдання: 15.05.2019 р.

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів	Примітка
1	Отримання завдання, збір матеріалів		
2	Огляд літератури й обґрунтування необхідності розроблення		
3	Розроблення технічного завдання		
4	Визначення алгоритмів		
5	Порівняльний аналіз алгоритмів		
6	Розроблення програмного забезпечення		
7	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	Оформлення пояснювальної записки		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник

\_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: 62 стор., 7 рис., 2 табл., 2 додатки, 20 посилань.

Мета роботи — удосконалювання програмного забезпечення автоматизованої системи контролю знань студентів на основі реалізації комп'ютерного адаптивного тестування.

Проведено аналіз алгоритмів реалізації проекту, розглянуті обчислювальні аспекти алгоритмів.

Розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

В проекті виконано:

- аналіз засобів автоматизованого контролю знань;
- вивчені методи адаптивного тестування;
- розроблено алгоритм комбінованого адаптивного методу тестування на основі нечіткої логіки;
- програмна реалізація адаптивного тестового контролю.

Отримано наступні результати: розроблено програмний засіб проведення адаптивного тестування, що удосконалює систему контролю знань студентів.

Практичне значення, галузь застосування роботи: Програмне забезпечення систем дистанційного навчання.

**Ключові слова:** *комп'ютерне адаптивне тестування, програмне забезпечення, Інтернет-технології, метод «Stratified adaptive», автоматизована система контролю знань, PHP, SQL .*

Умови одержання роботи:

93406. м. Северодонецьк, пр-кт Центральний, 59а, СНУ ім. В. Даля

## ЗМІСТ

1	АНАЛІЗ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ .....	9
1.1	Модульна система освіти. Актуальність дистанційного навчання. Роль автоматизованої системи контролю знань.....	9
1.2	Комп'ютерне тестування .....	12
1.3	Комп'ютерне адаптивне тестування як пріоритетний напрям автоматизованої системи контролю знань.....	15
1.4	Багатокрокові стратегії адаптивного тестування. Вхід та вихід з тестування. Надійність, валідність і довжина тесту при адаптивному тестуванні	18
1.5	Висновки до розділу 1. Постановка задачі виходячи з зробленого аналізу	20
<b>2</b>	<b>АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ПРОВЕДЕННЯ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ .....</b>	<b>23</b>
2.1	Аналіз методу «Stratified adaptive».....	23
2.2	Проблема об'єктивної оцінки підготовленості випробовуваних. Використання параметричних моделей сучасної теорії тестових завдань - Item Response Theory (IRT) у комп'ютерному тестуванні .....	24
2.3	Застосування моделі Раша (Rasch). Загальне поняття про модель .....	26
2.4	Алгоритми адаптивного тестування.....	30
2.5	Висновки до розділу 2.....	33
<b>3</b>	<b>ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБУ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ .....</b>	<b>34</b>
3.1	Детальний огляд алгоритму.....	34
3.2	Огляд засобів реалізації .....	38

3.3 Програмна реалізація .....	40
3.4 Висновок до розділу 3 .....	45
<b>4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ</b>	
<b>46</b>	
4.1 Загальні питання з охорони праці.....	46
4.2 Вимоги до організації робочого місця .....	47
4.3 Навантаження та напруженість процесу праці .....	47
4.4 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі з персональним комп'ютером.....	49
4.5 Пожежна безпека .....	50
4.6 Електробезпека .....	52
4.7 Освітлення робочого місця .....	53
4.8 Розрахунок заземлення .....	57
4.9 Висновки до розділу 4.....	60
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>61</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>62</b>
<b>ДОДАТОК А Програмний код .....</b>	<b>65</b>
<b>ДОДАТОК Б Слайди презентації.....</b>	<b>69</b>

## ВСТУП

Усе своє життя дорослі люди вдосконалюють свої навички, здібності, вивчають щось нове. Але основою дорослого життя завжди буде освіта. Освіта котру ми здобуваємо в дитячому садку, в школі, в університеті, на курсах. Якщо раніше люди як то кажуть «Гризли граніт науки», то зараз усе в рази легше. Якщо раніше люди повинні були читати десятки книжок, ходити на багаточасові лекції та додаткові заняття, то зараз це все є в інтернеті. Розвиток інформаційних технологій у світі приніс з собою багато можливостей для усіх сфер діяльності. Сучасна людина може з легкістю зайти в мережу інтернет, та знайти десятки, а то й сотні різноманітних курсів, онлайн лекцій, роз'яснень тяжких завдань та теорем. Але головним питанням є те, як перевірити знання людини.

У 2018 році Україна прийняла реформу освіти та стала на крок ближче до Європейських стандартів у навчанні. Над цією реформою Міністерство освіти та науки Працювало два роки, був врахований досвід семи країн світу - Канади, Фінляндії, Польщі, Шотландії, Ірландії, Франції та Сінгапуру. З реформою до нашої країни обов'язково прийшла інформатизація та комп'ютеризація. Але інформатизація та комп'ютеризація навчального процесу призводить до зміни та трансформації сучасних навчальних систем. Такі зміни нероздільно пов'язані із постійним вдосконаленням різних складових частин таких систем, де одним із визначальних компонентів є контроль знань.

У традиційних формах навчання управління процесом засвоєння знань займається викладач – людина, якій властиво помилятися, проте вона володіє інтуїцією, семантикою. Одним із найбільш об'єктивних методів контролю та оцінювання знань, умінь і навичок, який позбавлений таких традиційних недоліків інших методів контролю знань, як неоднорідність вимог, суб'єктивність екзаменаторів та невизначеність системи оцінок, є тестування. Тест – це система завдань зростаючої складності та спеціальної форми, що дозволяє якісно оцінити структуру знань і ефективно визначити рівень знань учасників тестування. Автоматизована навчальна система повинна якомога адекватніше оцінити набуті

знання студентів. Тобто вона повинна володіти засобами комп'ютерного контролю знань. Деталі, пов'язані з комп'ютерним контролем знань, є об'єктом неабиякого інтересу для викладачів ВНЗ і творців засобів реалізації такого контролю. Крім того, питання комп'ютерного контролю недостатньо широко висвітлені в теоретичному плані, і інтерес до них, як правило, реалізується в більшості випадків шляхом створення чергової програми комп'ютерного контролю із завчасно складеним набором контрольних завдань. Проте, в області комп'ютерного контролю ще не все так очевидно, як здається з першого погляду. Існують деякі важливі питання, які або висвітлені в малодоступній літературі, або опрацьовані недостатньо прозоро.

Метою бакалаврської роботи є удосконалення програмного забезпечення автоматизованої системи контролю знань студентів на основі реалізації комп'ютерного адаптивного тестування.



# 1 АНАЛІЗ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

## 1.1 Модульна система освіти. Актуальність дистанційного навчання. Роль автоматизованої системи контролю знань

Модульне навчання - спосіб організації навчального процесу на основі блочно-модульного подання навчальної інформації. Сутність модульного навчання полягає в тому, що зміст навчання структурується в автономні організаційно-методичні блоки - модулі, зміст і обсяг яких можуть варіюватися в залежності від дидактичних цілей, профільної і рівневої диференціації учнів, бажань учнів за вибором індивідуальної траєкторії руху по навчальному курсу. Розповсюдження даної системи навчання почалося у 1999 році, коли була підписана «Болонська декларація». З цього моменту Австрія, Бельгія, Данія, Фінляндія, Франція, Німеччина, Ісландія, Іспанія, Ірландія, Італія, Люксембург, Нідерланди, Норвегія, Швеція, Швейцарія, Великобританія та інші країни повинні були почати свій шлях, до становлення єдиної системи навчання, до якої й відноситься модульна освіта. Україна приєдналася до нього у 2005 році[13].

Модулі можуть бути обов'язковими і елективними. Поєднання модулів повинно забезпечувати необхідну ступінь гнучкості і свободи у відборі і комплектації необхідного конкретного навчального матеріалу для навчання (і самостійного вивчення) певної категорії учнів і реалізації спеціальних дидактичних та професійних цілей.

Необхідним елементом модульного навчання зазвичай виступає рейтингова система оцінки знань, що припускає бальну оцінку успішності учнів за результатами вивчення кожного модуля.

Одною з форм модульного навчання є дистанційне навчання. Сьогодні дистанційна форма навчання демонструє свої переваги над іншими формами навчання завдяки своїй значно вищій інформативності, доступності та економічній ефективності. Вона також потребує менше часу та енергії для

засвоєння знань, є значно мобільнішою та комфортнішою ніж інші форми навчання. Саме цими та іншими причинами зумовлюється експансія дистанційної форми навчання в усьому світі, а групове навчання в аудиторіях та читальних залах поступово втрачає свої позиції. Сформулюємо переваги дистанційної освіти більш конкретно:

- можливість навчатися в зручний для себе час: студент, який навчається дистанційно, може самостійно вирішувати, коли і скільки часу протягом семестру йому приділяти на вивчення матеріалу. Він буде для себе індивідуальний графік навчання;

- можливість навчатися в своєму темпі: студент, що навчається дистанційно завжди може повернутися до вивчення більш складних питань, кілька разів подивитися відео-лекції, перечитати листування з викладачем, а вже відомі теми можна пропустити. Головне, успішно проходити проміжні та підсумкові атестації;

- можливість навчатися в будь-якому місці: студенти можуть навчатися, не виходячи з будинку або офісу, перебуваючи в будь-якій точці світу. Щоб приступити до навчання, необхідно мати комп'ютер з доступом в Інтернет. Відсутність необхідності щодня відвідувати навчальний заклад - безсумнівний плюс для людей з обмеженими можливостями здоров'я, для проживаючих у важкодоступних місцевостях, які відбувають покарання у місцях позбавлення волі, батьків з маленькими дітьми;

- навчання без відриву від основної діяльності: дистанційно можна навчатися на декількох курсах одночасно, отримувати чергову вищу освіту. Для цього зовсім не обов'язково брати відпустку на основному місці роботи, виїжджати у відрядження. Існують освітні організації, які організують корпоративне навчання (підвищення кваліфікації) для співробітників фірм і держслужбовців. У цьому випадку навчання не перериває трудового стажу, а вивчені питання можна відразу застосувати в трудовій діяльності;

- доступність навчальних матеріалів: тим, хто навчається дистанційно незнайома така проблема, як нестача підручників, задачників, методичних

матеріалів. Доступ до всієї необхідної навчально-методичної літератури відкривається студенту одразу після реєстрації на сайті університету;

– комфортне навчання: проміжна атестація студентів дистанційних курсів проходить у формі on-line тестів. Тому в учнів менше підстав для хвилювання перед зустріччю з викладачами на заліках та іспитах. Виключається можливість суб'єктивної оцінки: на систему, яка перевіряє правильність відповідей на питання тесту, не вплине успішність студента з інших предметів, його суспільний статус і інші фактори;

– індивідуальний підхід: при традиційному навчанні викладачеві досить важко приділити необхідну увагу всім учням групи, підлаштуватися під темп роботи кожного. Використання дистанційних технологій підходить для організації індивідуального підходу. Крім того, що учень сам вибирає собі темп навчання, він може оперативно отримати у тьютора відповіді на виникаючі питання.

Головними представниками дистанційних систем навчання є Moodle, ATutor, Eliademy. Ці СДО (Система дистанційного навчання) пропонують користувачеві різні панелі інструментів, можливість відстежувати прогрес студентів і підтримку мультимедіа. Система дає можливість створювати курси, адаптовані під мобільні телефони, і досить доброзичливо ставиться до інтеграції доповнень від сторонніх розробників.

Основним питанням при модульній освіті є об'єктивне оцінювання учнів. З приходом інформаційних технологій все стало легше. З'явилися автоматизовані системи контролю знань. Контроль якості засвоєння навчального матеріалу є невід'ємною частиною процесу навчання, і в той же час це найбільш складний вид взаємодії викладача і студента. В наш час, найширше розповсюдження знаходять методи контролю знань шляхом тестування.

## 1.2 Комп'ютерне тестування

З початку XXI ст. в освіті тестування стали широко застосовуватися комп'ютери. У педагогічних інноваціях з'явилося окремий напрямок - комп'ютерне тестування, при якому пред'явлення тестів, оцінювання результатів учнів і видача їм результатів здійснюється за допомогою ПК.

Етап генерації тестів технологічно може протікати по-різному, в тому числі шляхом введення в комп'ютер бланкових тестів. На сьогоднішній день з комп'ютерного тестування є численні публікації, розроблені програмно-інструментальні засоби для генерації і пред'явлення тестів.

Але коли само потрібно звертатися до комп'ютерного тестування? Хоча комп'ютерне тестування значно полегшує роботу вчителя при пред'явленні і оцінюванні результатів виконання тестів, його поширення в чому не більше ніж дань моді, всі негативні наслідки які до сих пір не виявлено у повній мірі. Вибір комп'ютерного формату іспиту повинен ґрунтуватися на більш важливих і обґрунтованих передумовах, ніж просто захоплення інноваціями, оскільки він породжує безліч проблем і ставить учнів в нерівні умови. Звертатися до комп'ютерного тестування слід в тих випадках, коли є нагальна потреба у відмові від традиційних бланкових тестів.

Наприклад, комп'ютерне тестування необхідно при проведенні ЗНО в важкодоступних районах України. Збір випускників окремих районів в означений час проведення ЗНО стає настільки складним і дорогим заходом, що обійтися без комп'ютерного тестування і сучасних засобів комунікації просто неможливо. Комп'ютерне тестування доцільно також застосовувати при проведенні іспитів для дітей з обмеженими можливостями, що мають серйозні порушення зору або слуху. За допомогою ПК можна використовувати великі за розмірами шрифти, аудіо записи, додаткові пристрої для введення даних тестування та інші

приспосовування, що компенсують на іспитах потенційне відставання дітей з обмеженими можливостями.

Комп'ютерне тестування може проводитися в різних формах, що розрізняються за технологією об'єднання завдань в тест (рис.1.1). частина з них поки не отримали спеціальної назви в літературі за тестовою проблематики.



Рисунок 1.1 – Форми комп'ютерного тестування

Перша форма - найпростіша. Готовий тест, стандартизований або призначений для поточного контролю, вводиться в спеціальну оболонку, функції якої можуть відрізнятися за ступенем повноти. Зазвичай при підсумковому тестуванні оболонка дозволяє пред'являти завдання на екрані, оцінювати результати їх виконання, формувати матрицю результатів тестування, обробляти її і шкалювати первинні бали випробовуваних шляхом перекладу в одну зі стандартних шкал для видачі кожному випробуваному тестового балу та протоколу його оцінок за завданнями тесту.

Друга форма комп'ютерного тестування передбачає автоматизовану генерацію варіантів тесту, здійснювану за допомогою інструментальних засобів. Варіанти створюються перед іспитом або безпосередньо під час його проведення з банку каліброваних тестових завдань з стійкими статистичними характеристиками. Калібрування досягається завдяки тривалій попередньої роботи по формуванню бланка, параметри завдань якого отримують на репрезентативній вибірці учнів, як правило, протягом 3-4 років за допомогою бланкових тестів. Змістовна валідність і паралельність варіантів забезпечуються за рахунок строго регламентованого відбору завдань кожного варіанту відповідно до специфікації тесту.

Третя форма - комп'ютерне адаптивне тестування - базується на спеціальних адаптивних тестах. В основі ідей адаптивності лежать міркування про те, що учневі марно давати завдання тесту, які він виконає напевно правильно без найменших труднощів, або гарантовано не впорається через високу складність завдання. Тому пропонується оптимізувати труднощі завдань, адаптуючи її до рівня підготовленості кожного випробуваного, і скоротити за рахунок виключення частини завдань довжину тесту.

Комп'ютерне тестування має певні переваги в порівнянні з традиційним бланковим тестуванням, які проявляються особливо помітно при масових перевітках, наприклад при проведенні національних іспитів типу ДПА. Пред'явлення варіантів тесту на комп'ютері дозволяє заощадити кошти, рекомендовані зазвичай на друк і транспортування бланкових тестів.

Завдяки комп'ютерного тестування можна підвищити інформаційну безпеку і запобігти розсекречення тесту за рахунок високої швидкості передачі інформації і спеціального захисту електронних файлів. Спрощується також процедура підрахунку результуючих балів в тих випадках, коли тест містить тільки завдання з вибором відповідей.

Інші переваги комп'ютерного тестування виявляються в поточному контролі, при самоконтролі та самопідготовки учнів; завдяки комп'ютеру можна негайно видати тестовий бал і вжити невідкладних заходів щодо корекції засвоєння нового матеріалу на основі аналізу протоколів за результатами виконання коригувальних і діагностичних тестів. Можливості педагогічного контролю при комп'ютерному тестуванні значно збільшується за рахунок розширення спектра вимірюваних умінь і навичок в інноваційних типах тестових завдань, що використовують різноманітні можливості комп'ютера при включенні аудіо- та відеофайлів, інтерактивності, динамічної постановки проблем за допомогою мультимедійних засобів і ін.

Завдяки комп'ютерному тестуванню підвищуються інформаційні можливості процесу контролю, з'являється можливість збору додаткових даних

про динаміку проходження тесту окремими учнями і для здійснення диференціації пропущених і не доступних завдань тесту.

У світі є багато платформ-представників пропонуючих створення різнорівневих тестів. Головні з них є PikaTest, UniTest, Indigo. У СДО Moodle є вбудований інструментарій для створення тестів. Усі вони пропонують зручний інтерфейс, багаторівневі тести, багатий функціонал для виведення звітності.

### **1.3 Комп'ютерне адаптивне тестування як пріоритетний напрям автоматизованої системи контролю знань**

Поява адаптивного тестування було викликано прагненням до підвищення ефективності педагогічних вимірювань, яка, як правило, пов'язана зі зменшенням числа завдань, часу, вартості тестування, а також з підвищенням точності оцінок учнів. В основі адаптивного підходу лежить індивідуалізація процедури відбору завдань тесту, яка за рахунок оптимізації складності завдань стосовно до рівня підготовленості учнів забезпечує генерацію ефективних тестів[12].

Оптимізація складності завдань зазвичай проводиться покроково. Якщо учень виконує завдання, вірно, то потім йому дається важче завдання. При неправильному виконанні завдання відбувається відхід назад до більш легким завданням банку. При невиконанні трьох завдань поспіль процес зупиняється і спеціальними методами (найчастіше за допомогою теорій IRT) визначається бал учня за виконані завдання по сформованому спеціально для нього адаптивному тесту. Таким чином, в комп'ютерному адаптивному пред'явленні число тестових завдань і їх складність індивідуально підбираються для кожного екзаменованого на підставі його відповідей, а індивідуальна сукупність завдань утворює адаптивний тест. Адаптивні тести в групі випробовуваних складаються в основному з різних завдань і розрізняються за кількістю і складності завдань тим

сильніше, чим більше розкид серед випробовуваних тестуємої групи по підготовленості.

Отримати одночасний приріст ефективності вимірювань за всіма критеріями неможливо, тому зазвичай при організації адаптивного тестування на перший план виходить один; в кращому випадку, два критерії. Наприклад, в одних випадках при експрес-діагностики в адаптивному режимі найбільша увага приділяється мінімізації часу випробування і кількості пропонованих завдань, а питання точності оцінок відходять на другий план. В інших випадках пріоритетною може бути точність вимірювання і тестування кожного випробуваного триває до тих пір, поки не досягається запланована мінімальна помилка вимірювання.

На довжині адаптивного тесту істотно позначається якість структури знань учнів. Зазвичай випробовувані з чіткою структурою знань виконують завдання наростаючою труднощі, уточнюючи з кожним черговим вірно виконаним завданням оцінку підготовленості. Вони виконують невелике число завдань адаптивного тесту і швидко доходять до порогу своєї компетентності. Учні з нечіткою структурою знань, у яких чергуються вірні і невірні відповіді, отримують різні по складності завдання. Процес тестування затягується, оскільки при стрибкоподібній зміні складності завдань не відбувається покрокового наростання точності вимірювання і число завдань, адаптованих за складністю, нерідко виявляється навіть більшим, ніж в звичайному, традиційному тесті.

Розглянемо переваги адаптивного тестування. До числа важливих переваг комп'ютеризованого адаптивного тестування можна віднести:

- високу ефективність;
- високий рівень секретності;
- індивідуалізацію темпу виконання тесту;
- високий рівень мотивації до тестування у найбільш слабких учнів за рахунок виключення з процесу пред'явлення надмірно важких завдань;



– повідомлення результату в інтервального шкалою тестових балів кожному випробуваному негайно, відразу після закінчення його роботи над індивідуально підібраним набором завдань в адаптивному тесті.

Внаслідок розвитку сучасної теорії тестування (далі IRT (Item Response Theory)), що забезпечує єдину інтервальну шкалу для оцінок параметрів досліджуваних та складності завдань тесту, з'явилася можливість по-новому здійснити оптимізацію процедури відбору завдань для моделювання ефективних адаптивних тестів: Стали розвиватися багатокрокові стратегії адаптивного тестування, в рамках яких в процесі виконання наборів завдань кожен випробуваний рухається по своїй індивідуальній траєкторії.

У сучасному суспільстві науковці виділяють три основні види комп'ютерного адаптивного тестування[14]:

– пірамідальне: при відсутності попередніх оцінок всім дається завдання середньої складності вже потім, залежно від відповіді, — завдання легше чи важче;

– flexilevel: контроль починається з рівня складності, який обирає саме той, хто проходить тестування, із поступовим наближенням до реального рівня знань;

– stradaptive: тестування проводиться за допомогою банку завдань, розділених за рівнями складності. При правильній відповіді наступне завдання береться з вищого рівня, при неправильному — із нижчого.

#### **1.4 Багатокрокові стратегії адаптивного тестування. Вхід та вихід з тестування. Надійність, валідність і довжина тесту при адаптивному тестуванні**

Багатокрокові стратегії адаптивного тестування поділяються на фіксовано-розгалужені і варіювально-розгалужені в залежності від того, як конструюються багатокрокові адаптивні тести. Якщо один і той же набір завдань з їх фіксованим розташуванням на осі труднощі використовується для всіх випробовуваних, але кожен учень рухається по набору завдань індивідуальним шляхом в залежності від результатів виконання чергового завдання, то стратегія адаптивного тестування є фіксовано-розгалуженою.

Завдань по труднощі в наборі завдань зазвичай розташовують на рівній відстані один від одного або вибирають регресний крок по наростанню труднощі, що дозволяє налаштувати темп тестування під випробуваного, оскільки в міру виконання завдань у нього наростає стомлення і знижується мотивація до виконання завдань тесту.

Варіювально-розгалужена стратегія адаптивного тестування передбачає відбір завдань з банку каліброваних завдань по визначених алгоритмах, які прогнозують оптимальну складність подальшого завдання за результатами виконання випробуванним попереднього завдання адаптивного тесту. Таким чином, крок за кроком з окремих завдань виходить адаптивний тест. У ньому варіює не тільки труднощі, а й крок, який визначається різницею труднощів двох сусідніх завдань адаптивного тесту. Відмінною особливістю варіювально-розгалуженої стратегії адаптивного тестування є покрокова переоцінка рівня підготовленості випробуваного, що вживається після кожного виконання чергового завдання тесту.

До необхідних умов реалізації алгоритму одного з трьох видів комп'ютерного адаптивного тестування належать:

- наявність банку завдань, що калібрується (процедура визначення складності завдань за результатами пілотного (пробного) тестування), із стійкими оцінками їх параметрів, що дозволяють прогнозувати успіх або неуспіх студента при доборі наступного завдання адаптивного тесту;

- використання програмно-інструментальних засобів і комп'ютерних програм для індивідуалізації алгоритмів добору завдань, заснованих, як правило, на оцінці вірогідності правильного виконання навчальних завдань;

- використання параметричних моделей сучасної теорії тестових завдань - IRT, адже за допомогою них на одній шкалі можна порівняти рівень знань студента з рівнем складності завдання за допомогою логістичних функцій.

Завдання IRT зводяться до розроблення таких методів вимірювання, які дозволяють отримати найкращі (оптимальні) параметричні оцінки рівня підготовленості тестованих (параметр, що вимірюється) і оцінювання рівня складності тестових завдань (як параметр завдання, що встановлюється при атестації тестованого) на основі вибірових статистик та інших емпіричних даних.

IRT дозволяє виконати три ключові завдання педагогічного вимірювання:

- знаходження та оцінювання параметрів рівня складності навчальних завдань;

- знаходження та оцінювання параметрів рівня знань студентів ;

- знаходження ймовірності правильної відповіді студентів будь-якого рівня підготовленості на завдання певного рівня складності.

Так само як і при традиційному тестуванні, відбір завдань в адаптивні тести здійснюється відповідно до специфікації тесту. Оптимізуючи труднощі; можна лише зменшити число пропонованих завдань по кожному розділу і зберегти при цьому для кожного випробуваного змістовний план тесту. Таким чином, адаптивне тестування незалежно від стратегії пред'явлення завдань і їх числа повинно забезпечувати високу змістовну валідність кожного генерується адаптивного тесту.

Надійність в адаптивному тестуванні залежить від сукупності факторів. До них відносяться: число завдань, наявність систематичного контролю за частотою

вибору завдань банку при генерації адаптивного тесту. На надійність також впливають характеристики банку тестових завдань, пов'язані з якістю вимірювань (стійкість і діапазон варіації оцінок труднощі) і якістю вхідного (стартового) контролю.

Адаптивний алгоритм організовується так, що після кожного чергового пред'явлення завдання перевіряється різницю між отриманою і запланованою точністю вимірювань. По досягненню запланованої точності алгоритм підбору завдань припиняється, досягається очікувана надійність адаптивного тесту.

### **1.5 Висновки до розділу 1. Постановка задачі виходячи з зробленого аналізу**

Рішення України про перехід до Болонської системи навчання був дуже важким. Було зроблено багато вірних шагів до покращення навчання для усіх видів навчальних заходів. Не важливо, школа, коледж, інститут, доросле життя, усюди ми маємо можливість навчатися. Кожне навчання закінчиться однаково, вас будуть перевіряти на наявність отриманих знань. Головним питанням остається саме як вас будуть перевіряти.

Звичайні тести, які ми здавали у школі на листках змінюються на комп'ютерні. Але як показує практика, звичайний набір питання-відповідь у 30-40-50-100-200 питань все одно не може добре відобразити стан підготовки учня. Саме через це місце звичайних тестів починають потрохи займати адаптивні тести, які лишені найрозповсюджених мінусів звичайного монотонного тестування. Адаптивне комп'ютерне тестування не марнує час, не втомлює людину, не наносить психологічний тиск своїми масштабами. Воно є пріоритетним видом для реалізації його у програмній оболонці.

Сучасні дослідження в галузі тестування і оцінювання показали, що потенціал комп'ютерних адаптивних тестів постійно збільшується. Переваги

комп'ютерного адаптивного тестування дають можливість зробити крок до розвитку тестування в майбутньому. Проте робити такий крок завжди треба виважено для того, щоб така процедура оцінювання добре інтегрувалася в процес навчання для забезпечення його максимальної ефективності. Завдяки використанню теорії тестових завдань (IRT), адаптивне тестування в цілому адекватно сприяє розвитку сучасних напрямків освіти та відкриває нові можливості в підвищенні ефективності навчальних процесів.

Адаптивне тестування - це складний процес, який найкраще оцінює учня. У нього є свої плюси і мінуси. Є багато відмінностей в різних адаптивних системах, і вони можуть зробити істотний вплив на якість, значення і корисність отриманих балів - це суттєвий мінус. Але якими б вони не були серед різних підходів до тестування адаптивне тестування буде займати лідируюче місце в підвищенні якості освіти.

Головною відмінністю адаптивного тестування від класичних тестів є динамічне (в реальному часі), а не статичне визначення переліку питань, які будуть задані студенту. При цьому вибір наступного питання визначається персональними особливостями кожного окремого студента, а не загальними правилами «для всіх».

Найближча аналогія - усний іспит, де викладач послідовно задає питання, розбираючись в знаннях слухача. При цьому траєкторія, по якій учень проходить тести, індивідуальна. Щоб повністю зрозуміти можливості і обмеження будь-якої адаптивної системи тестування, необхідно також розглянути ці системи, питання і алгоритми оцінювання.

Таким чином адаптивне тестування - потужний інструмент, ефективно розподіляє час при оцінюванні групи студентів, так і будь-яких інших учнів.

Проаналізувавши можливості кожного виду, та зробивши аналіз своїх знань та можливостей мій вибір впав на метод «Stratified adaptive», як самий гнучкий та самий комфортний, з мого погляду, в плані реалізації. Такий метод видачі тестів буде найкращим для реалізації його у WEB інтерфейсі, та комфортним для тих,

хто буде його проходити, через ряд його особливостей та постійного підвищення «напруги» при тестуванні, що буде кидати «виклик» учню.

Виходячи з зробленого аналізу поставлені такі задачі:

- вивчити і проаналізувати методи адаптивного тестування;
- розробити алгоритм адаптивного тестування студентів;
- провести аналіз можливих засобів реалізації адаптивного тестування;
- розробити програмну реалізацію адаптивного тестування.

## 2 АНАЛІЗ АЛГОРИТМІВ ТА МЕТОДІВ ПРОВЕДЕННЯ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ

### 2.1 Аналіз методу «Stratified adaptive».

Під адаптивним тестовим контролем розуміють комп'ютеризовану систему науково обґрунтованої перевірки і оцінки результатів навчання, що володіє високою ефективністю за рахунок оптимізації процедур генерації, пред'явлення і оцінки результатів виконання адаптивних тестів. Ефективність контрольних оціночних процедур підвищується при використанні багатокрокової стратегії відбору і пред'явлення завдань, заснованої на алгоритмах з повною контекстною залежністю, в яких черговий крок здійснюється тільки після оцінки результатів виконання попереднього кроку. Після виконання випробуваним чергового завдання кожен раз виникає потреба в прийнятті рішення про підбір труднощі наступного завдання в залежності від того, вірним чи невірним був попередній відповідь.

Алгоритм відбору і пред'явлення завдань будується за принципом зворотного зв'язку, коли при правильній відповіді випробуваного чергове завдання вибирається більш важким, а невірна відповідь тягне за собою пред'явлення подальшого легшого завдання, ніж те, на яке випробуваним була дана невірна відповідь. Також є можливість завдання додаткових питань за темами, які навчають, знає не дуже добре для більш тонкого з'ясування рівня знань в даних областях.

Таким чином, можна сказати, що адаптивна модель нагадує викладача на іспиті - якщо учень відповідає на запитання впевнено і правильно, викладач досить швидко ставить йому позитивну оцінку. Якщо той, якого навчають починає «плавати», то викладач задає йому додаткові або навідні запитання того ж рівня складності або на ту саму тему. І, нарешті, якщо учень з самого початку відповідає погано, оцінку викладач теж ставить досить швидко, але негативну.

## **2.2 Проблема об'єктивної оцінки підготовленості випробовуваних. Використання параметричних моделей сучасної теорії тестових завдань - Item Response Theory (IRT) у комп'ютерному тестуванні**

Побудувати адекватну модель тестування складно, так як рівень навченості (як вимірюваний параметр) і труднощі тестових завдань (як параметр завдання, що встановлюється при його атестації) мають різні метрики. Первинною інформацією при тестуванні знань є набраний бал досліджуваних або так званий первинний бал. Перевагою цієї оцінки є її простота і наочність, Дійсно, чим більше завдань виконав випробуваний, тим вище його бал.

Однак проблема полягає в тому, що первинний бал є не абсолютною, а відносною оцінкою. Він істотно залежить від складності завдань тесту і на іншому тесті він може виявитися іншим, причому сама трудність тесту в свою чергу визначається всім контингентом досліджуваних. Бажано мати об'єктивну оцінку рівня підготовленості випробовуваних, що підтверджується на різних тестах, мають наперед визначений рівень складності завдань.

Другим істотним недоліком первинних балів є їх не лінійність по відношенню до тих параметрів, які вони повинні характеризувати (рівень підготовленості). Зокрема, якщо тест складається з 100 завдань, то різниця в первинних балах  $b_1 - b_2 = 86 - 82 = 4$  відповідає більшій відмінності в рівні підготовленості учасників, ніж та ж різниця для учасників мають, наприклад 23 і 19 балів. Порівнюючи первинні бали необхідно розуміти, що первинні бали є лише індикатором підготовленості випробовуваних, а не її мірою. Теорія тестових завдань (IRT) дозволяє встановити зв'язок між рівнем знань піддослідних і результатами виконання тестів, що дозволяє визначити рівень знань незалежно від складності завдань[18].



Мета IRT - це проведення високоякісних педагогічних вимірювань рівня підготовленості випробуваних і рівня складності завдань, куди входить пошук відповідних прогностичних моделей і проведення розрахунків придатності моделі для наявних даних.

Завдання IRT витікають з цієї мети і зводяться до розробки таких методів вимірювання, які дозволяють отримати найкращі (оптимальні) параметричні оцінки рівня підготовленості випробуваних і оцінки складності завдань на основі вибірових статистик і інших емпіричних даних.

IRT[18] дозволяє вирішити три ключові завдання педагогічного вимірювання:

- знайти параметри завдань;
- знайти параметри випробовуваних;
- підібрати функцію  $P_j(\theta) = f(\theta - \delta_j)$ .

Датський математик Г. Раш (G. Rasch) ввів два заходи: «логіт рівня знань» і «логіт рівня складності завдання» Першу він визначив як натуральний логарифм відносини частки правильних відповідей випробуваного, на всі завдання тесту, до частки неправильних відповідей, а другу - як натуральний логарифм іншого ставлення - частки неправильних відповідей на завдання тесту до частки правильних відповідей на теж завдання, по безлічі випробовуваних. Застосування логіт в моделях IRT, як заходи підготовленості випробовуваних і заходи складності завдань, дає ряд переваг[18].

Перша перевага впливає з стандартизованого характеру цієї одиниці. Як і будь-яка стандартна одиниця вимірювання, вона являє собою результат перетворення вихідних даних, що дає можливість об'єктивно порівняти досягнення різних студентів з різних навчальних дисциплін, підсумовувати ці досягнення і проводити потім цілком об'єктивувалися рейтинги.

Друга перевага впливає зі специфічних особливостей моделі Г.Раша. Одержані за її допомогою оцінки рівня підготовленості знань, в силу незалежності від конкретного підбору завдань, набувають ознак об'єктивності

виміру, що позитивно відбивається на якості оцінок, використовуваних в педагогічному контролі.

Третя перевага пов'язано з можливостями комп'ютеризації розрахунків істинних (модельних) значень тестових балів, отриманих за допомогою цієї моделі. Відносна нескладність і швидкість розрахунків, що виконуються за допомогою програми, одночасність отримання параметрів тестованих по вимірюваній властивості і параметрів складності завдань, є досить мотивуючим моментом для впровадження цієї моделі в практику.

Четвертим перевагою даної моделі є стійкість розраховуються значень рівня знань і складності завдання, їх відносна симетричність. Ця стійкість дозволяє стверджувати, що подібні моделі, краще, ніж будь-які інші, дозволяють оцінити цікавлять якості особистості, недоступні безпосередньому виміру. Стійкість статистичних оцінок вимагає, однак, великого числа випробовуваних.

У IRT вводиться основне припущення про існування деякої взаємозв'язку між що спостерігаються результатами тестування і латентними якостями випробовуваних, що виконують тест. Передбачається, що кожному випробовуваному ставиться у відповідність тільки одне значення латентного параметра. Елементи першого безлічі - це рівні знань  $N$  випробовуваних  $\theta_i$ , де  $i = 1, \dots, N$ . Друге безліч утворюють значення латентного параметра  $\delta_j$ ,  $j = 1, \dots, K$ , рівні труднощів  $k$  завдань тесту. На практиці вирішується завдання: за відповідями досліджуваних на завдання тесту оцінити значення латентних параметрів  $\theta$  і  $\delta$ .

### **2.3 Застосування моделі Раша (Rasch). Загальне поняття про модель**

Основною математичною моделлю IRT є однопараметрична логістична функція Раша, звана характеристичною кривою, що має вигляд (2.1):

$$P_j = \frac{1}{1 + \exp(\delta_j - \theta)}; \quad (2.1)$$

де  $P_j$  - імовірність правильної відповіді випробовуваних будь-якого рівня підготовленості на завдання певного рівня складності під номером  $j$ ;

$\delta$  - рівень складності конкретного,  $j$ -го завдання проектованого тесту;

$\theta$  - рівень знань, латентна змінна;

Чим вище крутизна функції  $P$ , тим вже інтервал, на якому це завдання працює. Таким чином, виникла думка про поліпшення моделі Раша за рахунок введення в вираз другого параметра  $a_j$ . Параметр  $a_j$  надає інформацію про завдання з точки зору оцінки його диференціює здатності, на заданому інтервалі. Геометрично значення параметра виражається крутістю характеристичної кривої, аналітично - значенням похідної функції в точці перегину. Після введення в вираз параметра  $a_j$  виходить двопараметрична модель (2.2):

$$P_j = \frac{1}{1 + \exp(a_j(\delta_j - \theta))}; \quad (2.2)$$

Емпіричні межі значень для параметра  $a_j$  - від мінус 2,80 до плюс 2,80. Ви також можете створити параметра  $C$ , що визначає ймовірність вгадування правильної відповіді.

Виникає проблема адекватної оцінки труднощі тестових завдань і початкового рівня знань студентів. Початкова оцінка рівня знань випробуваного визначається за формулою  $\theta_i = \ln(p_i/q_i)$ , де  $p_i$  - частка правильних відповідей  $i$ -го випробуваного,  $q_i$  - частка неправильних відповідей. Аналогічно визначається початкова оцінка рівня складності завдання тесту  $\delta_j = \ln(p_j/q_j)$ , де  $p_j$  - частка правильних відповідей на  $j$ -е завдання тесту,  $q_j$  - частка неправильних відповідей.

В силу дії різних випадкових факторів оцінки параметрів  $\theta$  і  $\delta$ , отримані на декількох вибірках, будуть, звичайно, різнитися. Якщо обсяг вибірки досить великий, то можна ставити питання про обчислення стійких значень параметрів  $\theta$  і  $\delta$ , які будуть найбільш ефективними оцінками і можуть бути прийняті в якості об'єктивних оцінок параметрів  $\theta$  і  $\delta$ .

При будь-якому проведенні процесу тестування результати обчислення  $\theta \sim i$  - статистичних оцінок  $\theta_i$ , і  $\delta \sim j$ - статистичних оцінок  $\delta_j$  будуть відрізнятися від існуючих точних значень. За своїм змістом оцінки є певними функціями вихідних випадкових значень елементів матриці відповідей  $A_{nk}$ , що складається з  $N$  - рядків і  $K$  - стовбців і тому самі є випадковими величинами. Таким чином, виникає питання про знаходження математичних очікувань і дисперсії цих випадкових величин. Необхідно щоб математичне сподівання відповідних оцінок співпадало з відповідними точними значеннями, а дисперсія оцінки була б мінімальною. Статистична оцінка рівня підготовленості та рівня складності будуть незміщеними оцінками, якщо їх математичне очікування при будь-якому обсязі вибірки випробовуваних дорівнюватиме самому оцінюваного параметру.

На практиці зазвичай використовують асимптотично не зміщену оцінку, математичне очікування якої прагне до істинного значення оцінюваного параметра, при необмеженому збільшенні обсягу вибірки. Статистична оцінка ефективна якщо при заданій вибірці, вона має можливу найменшу дисперсію  $D^*$  при неповній інформації, можливо, отримати лише оцінку з  $D > D^*$ . Якщо відношення  $D / D^* \rightarrow 1$ , при збільшенні вибірки, то оцінка називається асимптотично ефективною. Статистична оцінка спроможна, якщо не зміщена оцінка не є ефективною, але при збільшенні обсягу вибірки її дисперсія зменшується. Не зміщеність, ефективність і спроможність є незалежними властивостями, що характеризують оцінки з різних сторін. Завдання відшукування ефективних незміщених оцінок має особливо важливе значення при обробці результатів малих вибірок випробовуваних. Для отримання оцінки параметрів  $\delta$  і  $\theta$  застосовуються метод моментів або метод найбільшої правдоподібності.

Також одним з ключових моментів діагностики знань є необхідність не тільки оцінювати рівень знань піддослідних, а й аналізувати якість діагностичних матеріалів, що необхідно для адекватної оцінки знань.

Поняття якості діагностичних матеріалів включає в себе оцінку їх надійності та валідності, що є одними з найважливіших характеристик педагогічних вимірювань. При цьому необхідно, щоб самі піддослідні не змінювали свій рівень підготовки перед повторним тестуванням (за тим самим тесту). З одного боку така постановка питання є єдино вірною, але з іншого боку бажано, щоб випробуваний одержував знання і в процесі тестування (навчання на власних помилках) і аналізуючи свої результати. Надійність тесту пов'язана з поняттям стандартної помилки, чим вище надійність, тим менше стандартна помилка вимірів. Існує кілька різних понять надійності діагностичного тесту і відповідно методів її визначення:

- надійність паралельних форм;
- ретестова надійність;
- надійність розгалужених частин тесту.

Зробивши висновок, можна побачити що до переваг розглянутої в роботі адаптивної моделі тестування з використанням IRT можна віднести наявність безперервної шкали рівня підготовленості, що дозволяє співвідносити між собою результати по різним тестам. Недоліком цієї моделі тестування є необхідність в калібрування, тобто в емпіричному визначенні параметрів завдань, що вимагає досить великої кількості експериментальних даних. Тому параметричні моделі доцільно застосовувати при середньо-і широкомасштабному тестуванні.

IRT дозволяє виконати три ключові завдання педагогічного вимірювання:

- знаходження та оцінювання параметрів рівня складності навчальних завдань;
- знаходження та оцінювання параметрів рівня знань студентів ;
- знаходження ймовірності правильної відповіді студентів будь-якого рівня підготовленості на завдання певного рівня складності.

Завдяки використанню Теорії тестових завдань (IRT), адаптивне тестування в цілому адекватно сучасним напрямкам розвитку освіти і відкриває нові можливості в підвищенні ефективності навчальних процесів.

## 2.4 Алгоритми адаптивного тестування

У моїй роботі, я розглянув чотири алгоритми адаптивного тестування. Перейдемо до першого алгоритму – класичне адаптивне тестування знань закритого типу. Під «класичним» алгоритмом дистанційного адаптивного тестування знань розуміють тест, у якому складність завдань змінюється залежно від правильності відповіді студента, якщо він правильно відповідає на тестові завдання, то складність наступних завдань підвищується, якщо неправильно – знижується. Характерні переваги «класичного» алгоритму тестування – це простота реалізації, більш висока надійність, адекватність і ефективність в порівнянні з алгоритмами неадаптивного контролю. Недоліки цього алгоритму – низька об'єктивність, висока ймовірність вгадування і списування. Тест включає в себе певну кількість питань (12, 24, 36, 48, 60 - задається викладачем) різної складності (легкі, середні, складні завдання). Усі тестові завдання містять детерміноване число варіантів відповіді (в даному випадку 4), єдиний із яких правильний. Починається тестування з питання середньої складності. При правильній відповіді на питання студент на наступному кроці відповідає на більш складне питання, при неправильній відповіді – на більш просте. Час тестування та шкала оцінювання знань визначається викладачем.

Перейдемо до другого алгоритму – алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова. Алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова, є правонаступником «Класичного» адаптивного тестування й відрізняється від нього більш широким функціоналом.

Характерні особливості алгоритму «Ренесанс» Григор'єва-Дем'янова:

- налаштовується час, відведений для відповіді на кожне з питань тесту;
- дозволяється, за бажанням викладача-експерта, здійснювати тестування в «Білих балах» (ураховується складність кожної конкретної правильної відповіді в загальній кількості правильних відповідей) і враховувати швидкість виконання студентом тесту («Бонус за час»);
  - число варіантів відповіді на питання змінюється залежно від правильної/неправильної відповіді студента відповідно до арифметичної прогресії за основою 1;
  - наявність процедури тимчасової адаптації. При правильній/неправильній відповіді на попереднє запитання, на наступне питання студента відводиться або більше, або менше часу.

Розглянемо третій вид адаптивного алгоритму – алгоритм адаптивного тестування знань закритого типу «Маятник» Григор'єва-Дем'янова. Тест закритого типу, включає в себе різне, заздалегідь не визначене число питань в інтервалі від 7 до 201 різної складності (легкі, середні, складні завдання). Перед початком встановлюється час, відведений на тестування - від 5 хвилин до нескінченності. Поточна складність питання і число варіантів відповіді на питання змінюються залежно від правильної/неправильної відповіді студента. Тимчасові інтервали по відношенню до заданого раніше часу при правильному/неправильному варіанту відповіді зсуваються на величину - 30, +30 секунд відповідно. Тест триває до того часу, поки не закінчиться відведений час, або доти, поки по закінченні певного часу частота відповідей студента не починає тяжіти (встановлюється, подібно до маятника) до однієї з двох оцінок шкали – залік/незалік. Усі тестові завдання містять один єдиний правильний варіант відповіді.

Останній алгоритм – адаптивне тестування знань закритого типу «Неокласицизм». Дистанційне адаптивне тестування знань за алгоритмом «Неокласицизм» Григор'єва / Дем'янова / Єгорова (Кустова) – є повноцінним

правонаступником двох алгоритмів тестового контролю знань: «Класичного» та «Ренесансу», відрізняючись від них великим функціоналом. Даний алгоритм, також як і алгоритм «Ренесанс», дозволяє за бажанням викладача-експерта здійснювати тестування в «Білих балах» (враховується складність кожного конкретної правильної відповіді в загальній кількості правильних відповідей) і враховувати швидкість виконання студентом тесту («Бонус за час»).

Характерні особливості алгоритму «Неокласицизм» Григор'єва / Дем'янова/ Єгорова (Кустова):

- наявність елементів візуалізації часу виконання тестування (зелена маркерна шкала) – виступає мотивуючим елементом для студента, водночас при цьому інформуючи його про кількість відведеного часу та скільки залишилося працювати над поточним тестовим питанням;

- низька ймовірність помилкового підвищення/пониження складності подальшого питання за рахунок введення поняття «Порога». Поріг (N) – деяка кількість правильних підряд відповідей, при якому відбувається зміна категорії складності подальшого тестового питання. Наприклад, при  $N = 2$ , студенту для підвищення/пониження складності питання на наступному кроці необхідно відповісти безпомилково на 2 питання поспіль, очевидно, що при цьому ймовірність вгадування правильної відповіді – знижується, і як наслідок знижується ймовірність помилкового зниження/підвищення складності при реалізації процедури адаптації;

- наявність процедури, яка налаштовується на тимчасову адаптацію (синхронно та асинхронно відповідно). При правильній/неправильній відповіді на попереднє запитання або на наступне питання, студенту відводиться або більше, або менше часу. При синхронній тимчасовій адаптації – величина тимчасового зсуву на наступному кроці – рівномірна, наприклад,  $\pm 10$  секунд, а при асинхронній – нерівномірна, наприклад  $+15$  і  $-10$  відповідно.



## 2.5 Висновки до розділу 2

Тестування – швидкий і ефективний спосіб контролю й оцінювання знань. Однак в останній час збільшення зацікавленості щодо тестування призвело до появи неякісних тестів, які можуть неправильно і не об'єктивно оцінювати рівень знань людей, що навчаються. Окрім правильної розробки тестових завдань, важлива й методика пред'явлення їх або модель педагогічного тестування. На сьогоднішній час все рідше використовуються старі класичні моделі, які не дають змоги достатньо швидко й ефективно оцінювати рівень знань. У зв'язку з цим розробляються і впроваджуються нові адаптивні моделі, в тому числі з використанням нечіткої логіки. Як показує практика, за такими моделями майбутнє і саме на них потрібно орієнтуватися при розробці тестових програм.

Розглянемо математичну модель оцінки знань студента. У даний час існує безліч самих різних математичних моделей і підходів, що описують ті чи інші стадії процесу контролю знань, і що спираються на різні розділи математики. Використовуються теорія ймовірності й математична статистика, теорія графів, теорія нечітких множин і нечітка логіка, теорія прийняття рішень і дослідження операцій, комбінаторна топологія та теорія фракталів і багато іншого. Для інтелектуальних систем контролю знань математичне моделювання сполучається з інформаційним моделюванням і використанням різних моделей знань.

Зробивши аналіз існуючих алгоритмів та моделей я вирішив використати змішану модель проведення тестування та визначення оцінки. Перш за все я ставлю перед собою ціль зробити максимально адаптивне проведення тестування, а лиш потім визначення оцінки. Змішана модель є вигідною, комфортною та гнучкою в плані реалізації. Тому саме вона стала основою моєї реалізації адаптивного тестування на практиці.

### 3 ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАСОБУ АДАПТИВНОГО ТЕСТУВАННЯ

#### 3.1 Детальний огляд алгоритму

У попередньому розділі я згадував які є варіанти адаптивного тестування, а саме: пірамідальне тестування, flexilevel-контроль та stradaptive. Таким чином, адаптивний тест являє собою варіант автоматизованої системи тестування з заздалегідь відомими параметрами складності і здатністю кожного завдання, що диференціює знання. Ця система створена у вигляді комп'ютерного банку завдань, упорядкованих відповідно до певних характеристик завдань.

У своїй моделі я використовую адаптивну модель тестування, що використовує апарат нечіткої логіки. Використання нечіткої логіки в тестовому контролі знань може допомогти як викладачам, що розробляють тести, так і людям, що проходять тестовий контроль.

Для викладачів введення нечітких характеристик може допомогти в розробці завдання і створенні з них готових тестів. Наприклад, викладач може достатньо швидко визначити, є завдання складним чи ні. Але сказати точно, наскільки воно є складним за 100-бальною шкалою або оцінити різницю складності двох завдань, буде достатньо складним завданням. До того ж викладач навряд чи зможе оцінити два завдання, приблизно однакових за складністю, скажімо, в 60 і 62 бали, скоріш за все він дасть цим завданням однакову складність в 60 балів. Теж саме можна сказати і про час, що відводиться на проходження тестового контролю.

З точки зору людини, що навчається, нечітка оцінка його знань у вигляді «відмінно», «дуже добре», «добре», «задовільно» і «незадовільно» є більш зрозумілою йому, ніж чітка кількість балів, яку він набрав в результаті тестування. При роботі з студентами вузу, де модулі проводились у вигляді тестування, після отримання протоколу проходження тестування з результатами

першим питанням було, наскільки добре він пройшов тестування. Із цього можна зробити висновок, що чітка оцінка його знань є менш задовільною, ніж нечітка, що підготовлена співробітником центру дистанційного навчання та контролю знань. Таким чином, використання методів нечіткої логіки дозволяє більш якісно описувати характеристики як окремих тестових завдань, так і тестів в цілому, а також більш якісно інтерпретувати результати тестування.

Далі розглянемо головні частини алгоритму тестування:

#### 1. Шкала результатів.

Для шкали оцінювання пропонується 12-бальна шкала, оскільки вона в достатній мірі дозволяє описати нечітке оцінювання. Пропонується відповідність відсотка правильних відповідей і оцінки за 12- та 5-бальною шкалами (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Таблиця шкали результатів

Відсоток правильних відповідей	Оцінка за 12-бальною шкалою	Оцінка
0-10	1	Знання відсутні
10-20	2	Незадовільно
20-30	3	Майже незадовільно
30-40	4	Майже задовільно
40-50	5	Задовільно
50-60	6	Більш, ніж задовільно
60-70	7	Майже добре
70-80	8	Добре
80-85	9	Більш, ніж добре
85-90	10	Майже відмінно
90-95	11	Відмінно
95-100	12	Більш, ніж відмінно

#### 2. Характеристики тестових завдань і результатів тестування.

Будемо використовувати такі характеристики тестових завдань:

- ступінь правильності кожного варіанта відповіді;
- складність завдання;
- затрачений час.

#### 3. Складність завдання буде визначена заздалегідь.

Тестування проводиться за методом «питання-відповідь», коли людині, що тестується, послідовно пропонуються тестові завдання, а він, у свою чергу, повинен відповісти на них. Після відповіді на кожне завдання відбувається оцінка правильності відповіді. Після проходження тестування виставляється оцінка знань за 12-бальною шкалою, яку також можна розглядати як нечітку.

Розглянемо алгоритм тестування.

Тестування починається автоматичного встановлення системою початкового рівня знань студента ( $S$ ) за виконання кількох завдань, які не впливають на загальну оцінку.

При правильній відповіді збільшується кількість правильних відповідей. Після чого рахується відсоток правильних відповідей і змінюється складність тестових завдань.

Наступним кроком студенту, у залежності від його рівня знань, система починає видавати набір тестів. Після кожної відповіді обраховується новий рівень підготовки ( $S_i$ ), як функція від поточного рівня підготовки ( $S$ ), відсотку правильних відповідей, рівня складності та часу, затраченого на відповідь на питання.

Так як оновлення стану підготовки відбувається після кожної відповіді, студенту пропонуються тести різного рівня складності. Таким чином, отримуємо процедуру адаптивного тестування (так як складність завдань змінюється в залежності від правильності відповідей), котра використовує апарат нечіткої математики (тому, що поняття рівня підготовки, правильності відповіді на питання, складність завдання та інш. є нечіткими). Потрібно зауважити, що складність завдання і рівень підготовки є незалежними і змінюються незалежно один від одного.

Розглянемо процедуру рахування нового рівня підготовки  $S_i$ .

Рівень підготовки залежить від таких параметрів:

- поточний рівень підготовки –  $S$  ;
- відсоток правильних відповідей –  $p$  ;
- складність завдання –  $T$  ;

- час відповіді на завдання –  $t$ .

Всі вищезазначені параметри є нечіткими.

Таким чином,  $S_i = f(S, p, T, t)$ , що впливають таким чином:

- чим вищий відсоток правильних відповідей, тим вищий рівень підготовки;
- чим вища складність завдань, тим вищий рівень підготовки;
- чим більший час відповіді на запитання, тим нижчий рівень підготовки.

Контроль часу відповіді на запитання введений для усунення можливостей несамотійної відповіді на питання: пошук правильної відповіді в підручнику – оцінка все одно буде низькою, навіть при правильних відповідях. З іншого боку, якщо людина не користувалась підказками, а просто довго розмірковувала, це засвідчує недостатній рівень підготовки – оцінка буде знижена. Однак для проходження тестового контролю потрібно вибрати оптимальний час тестування, щоб людина мала час прочитати питання та варіанти відповідей, обдумати та вибрати правильну відповідь  $t_{max}$ .

Врахування часу відповіді може відбуватись таким чином.

Результат відповіді на  $i$ -те завдання:

$$R_i = \begin{cases} 1 - \frac{(t_{\text{від}} - t_{\text{max}})}{100}, \\ 0 \end{cases}, \quad (3.1)$$

де  $T_{max}$  – час на завдання,

$t_{\text{від}}$  – час відповіді студента.

Верхня частина відповідає за правильну відповідь, а нижня за неправильну. Параметр  $t_{max}$  буде заданий для кожного завдання окремо.

Вихід з тестування буде зроблено при правильній або не правильній відповіді студента на 3 тестових запитання поспіль або при закінченні головного таймеру. Таким чином студенти с чіткими знаннями зможуть швидко закінчити процес тестування, не затягуючи його на довгий період. Студенти які мають знання, але вони не є в них структуровані, зможуть отримати чіткий бал, так як

виконають достатньо завдань для цього. Роботу студентів можна побачити по наведеному графіку траєкторій студентів, що проходили тестування (Рис. 3.1).

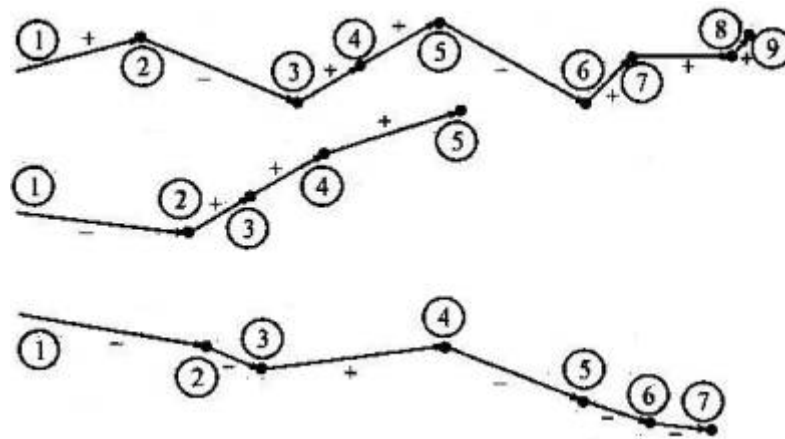


Рисунок 3.1 – Траєкторії проходження тестування

З першої траєкторії одразу видно що студент не має чіткої структури знань. Другий студент має гарні знання та чітку їх структуру, що дало йому одразу закінчити тест. Третій студент погано засвоїв матеріал.

На основі даного опису нечітких множин і правил виводу можна побудувати діючу систему тестування. Значення функцій усіх нечітких множин можуть бути змінені експертом так, як він вважає за потрібне, що потягне за собою зміну правил, які використовують даний параметр. Це дозволяє гнучко налаштовувати систему тестування.

### 3.2 Огляд засобів реалізації

Проект був реалізований у веб середовищі застосовуючи серверну мову PHP, базу даних MarinaBD, у IDE Sublime Text 3, та за допомогою програмного комплексу з локальним сервером Open Server Panel. Розглянемо ці засоби детальніше.

Огляд IDE. Sublime Text - пропрієтарний текстовий редактор. Підтримує плагіни на мові програмування Python. Його високий функціонал та дуже швидка робота дуже цінується розробниками усього світу.

PHP (PHP: Hypertext Preprocessor; PHP: препроцесор гіпертексту - «Інструменти для створення персональних веб-сторінок») - скриптова мова загального призначення, інтенсивно застосовується для розробки веб-додатків. В даний час підтримується переважною більшістю хостинг-провайдерів і є одним з лідерів серед мов, що застосовуються для створення динамічних веб-сайтів.

MySQL—вільна система керування реляційними базами даних. MySQL був розроблений компанією «ТсХ» для підвищення швидкодії обробки великих баз даних. Ця система керування базами даних (СКБД) з відкритим кодом була створена як альтернатива комерційним системам. MySQL з самого початку була дуже схожою на mSQL, проте з часом вона все розширювалася і зараз MySQL - одна з найпоширеніших систем керування базами даних. Вона використовується, в першу чергу, для створення динамічних веб-сторінок, оскільки має чудову підтримку з боку різноманітних мов програмування.

Open Server Panel - це портативна серверна платформа і програмне середовище, створена спеціально для веб-розробників з урахуванням їх рекомендацій і побажань. Програмний комплекс має багатий набір серверного програмного забезпечення, зручний, багатофункціональний продуманий інтерфейс, має потужні можливості з адміністрування та налаштування компонентів. Платформа широко використовується з метою розробки, налагодження і тестування веб-проектів, а так само для надання веб-сервісів в локальних мережах.

### 3.3 Програмна реалізація

Перед тим, як розглядати сам код, треба чітко визначити мету цієї реалізації. Цей програмний продукт, при деякій доробці, може увійти до будь якої системи дистанційного навчання та доповнити її. Продукт не бере на себе головну роль як відокремлений, а лиш є модулем до якоїсь більш глобальної системи, тому його застосування краще всього буде у серединних випробуваннях (оцінювання знань модулів), а не фінальному річному тестуванні.

Перейдемо до самої реалізації.

Так як головною мовою написання цієї системи була мова PHP, то для з'єднання та простоти використання СУБД MySQL була використана бібліотека PHP-PDO-MySQL-Class. Головна мета цієї бібліотеки є захист даних користувача, полегшений доступ та більш гнучке управління вибірками.

Як і у реальному житті, перед тим як почати здавати тест, ми повинні якось себе ідентифікувати. Якщо на листочку паперу ми просто пишемо свої прізвище та ім'я, то у розробленому продукті є система авторизації користувачів (рис. 3.1).

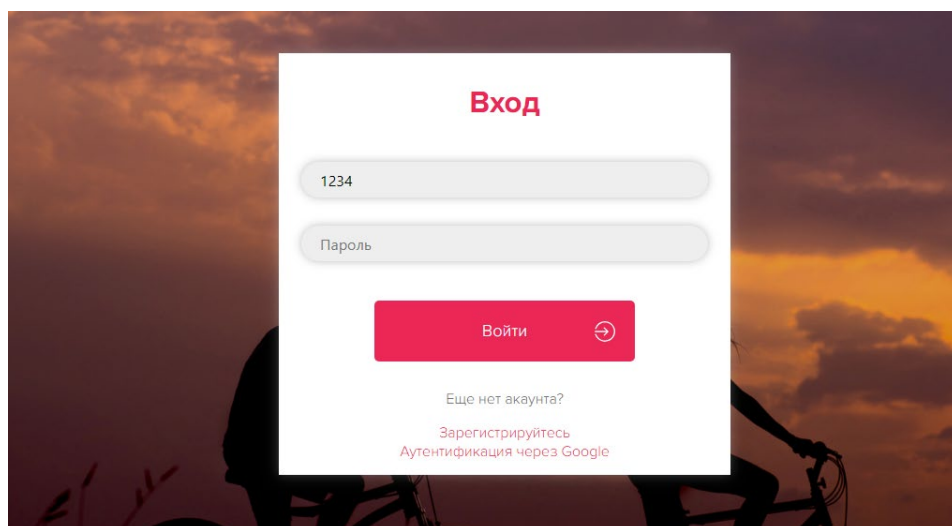


Рисунок 3.1 – Система авторизації



Головну роботу реалізації все так само виконую бібліотека, про яку йшла мова раніше. Та для її роботи потрібна таблиця у базі даних. Розглянемо її більш детально (рис. 3.2).

#	Имя	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	Нет	AUTO_INCREMENT	Изменить Удалить Первичный Ещё
2	login	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
3	password	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
4	name	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
5	age	int(255)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
6	description	text	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
7	img	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
8	city	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё

Рисунок 3.2 – Структура таблиці авторизації

Для кожного студента в нас є 8 параметрів, 4 з яких для нас є головними, а саме id, login, password, name. У кожного студента є свій унікальний ідентифікатор та логін. За допомогою засобів PHP пароль для кожного студента хешується по алгоритму md5.

Для реалізації самих тестів було використано дві таблиці. Перша відповідає за сам тест (рис. 3.3), та має такі параметри як id, lvl, text, times. У попередньому розділі, де я описував алгоритм нечіткої логіки, у кожному тесті були вказані такі параметри як рівень складності тесту та час його проходження. За рівень відповідає параметр lvl. Він є статичним, та проставляється для кожного завдання окремо. Другий параметр це час. За нього відповідає times. Цей параметр як і рівень складності, проставляється при заповненні таблиці.

Сервер: MySQL » База данных: h6072\_diplo » Таблица: quest

Обзор Структура SQL Поиск Вставить Экспорт Импорт Привилегии Операции Ещё

Структура таблицы Связи

#	Имя	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	Нет	AUTO_INCREMENT	Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
2	lvl	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
3	text	text	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
4	times	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё

Отметить все С отмеченными: Обзор Изменить Удалить Первичный Уникальный Индекс

Рисунок 3.3 – Структура таблиці тесту

Друга таблиця (рис. 3.4) містить відповіді до кожного питання. За допомогою параметру `id_quest` ми маємо змогу з'єднання цих двох таблиць. Параметр `true` відповідає за правильну відповідь. У коді ця відповідність реалізована в такий спосіб:

```
$q = $DB->query("SELECT * FROM `quest` WHERE lvl='$lvl_que'
LIMIT 1"); //показ завдання

foreach ($q as &$value) {
    echo $value['text'].'<br />';
    $id = $value['id'];
    $v = $DB->query("SELECT * FROM `variant` WHERE
id_quest='$id'"); //показ варіантів відповідей
    foreach ($v as &$value1) {
        echo '<input type="radio" class="form-check-input"
name="option1" value="'. $value1['id']. ' ">';
        echo $value1['text'].'<br />';}}

```

Сервер: MySQL » База данных: h6072\_diplo » Таблица: variant

Обзор Структура SQL Поиск Вставить Экспорт Импорт Привилегии Операции Ещё

Структура таблицы Связи

#	Имя	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	Нет	AUTO_INCREMENT	Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
2	id_quest	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
3	text	text	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё
4	true	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Уникальный Ещё

Отметить все С отмеченными: Обзор Изменить Удалить Первичный Уникальный Индекс

Рисунок 3.4 – Структура таблиці відповідей

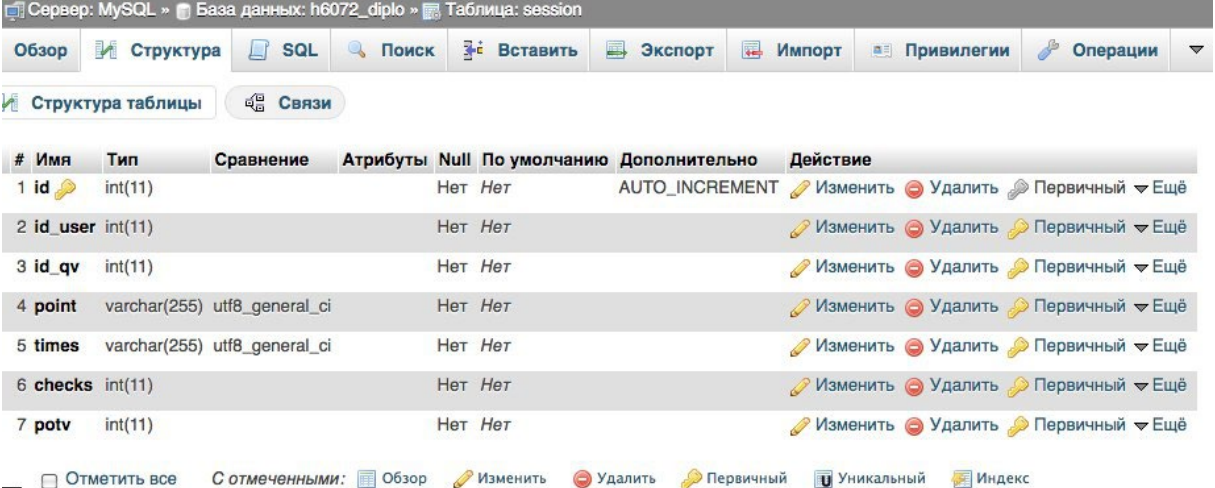
Для того, щоб з'єднати усі таблиці разом, та мати змогу записувати та передавати данні від циклу у цикл, була зроблена таблиця session (рис. 3.5). Розглянемо її більш детально.

Таблиця session має такі параметри:

- Id
- Id\_user
- Id\_qv – ідентифікатор теста
- Point – балли студента
- Times – поточний час, та різні часові розрахунки
- Checks – чи був зроблений тест
- Potv – просто змінна

Саме за допомогою цієї таблиці відбувається правильний перехід від тесту до тесту, правильний розрахунок формул часу та зміна рівню важкості завдання.

```
$DB->query("UPDATE `session` SET `point` = '$math' WHERE id_user='$user_ids'"); //оновлення балів якщо перевищений час
```



#	Имя	Тип	Сравнение	Атрибуты	Null	По умолчанию	Дополнительно	Действие
1	id	int(11)			Нет	Нет	AUTO_INCREMENT	Изменить Удалить Первичный Ещё
2	id_user	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
3	id_qv	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
4	point	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
5	times	varchar(255)	utf8_general_ci		Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
6	checks	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё
7	potv	int(11)			Нет	Нет		Изменить Удалить Первичный Ещё

Рисунок 3.5 – Структура таблиці session

Розглянемо деталі алгоритму більш детально. За формулу визначення часу виконання (див. 3.1) відповідає цей алгоритм:

```
$date1 = date('h:i:s', time());
//echo $date1.'-'. $time_check[0]['times'].'<br />';
echo 'TIME:';
```

```

    $timeMath = strtotime($date1) -
    strtotime($time_check[0]['times']); //розраховуємо час виконання
    завдання
    echo '<br />';
    if((int)$timeMath > (int)$q_quest[0]['times']){
        $points = 1 - ((int)$timeMath - (int)$q_quest[0]['times'])/100;
        //формула якщо студент відповів дуже повільно

        echo 'Балів: '.$points.'<br />';
        $math = (int)$time_check[0]['point'] + (int)$points;
        $DB->query("UPDATE `session` SET `point` = '$math' WHERE
        id_user='$user_ids'"); //оновлення балів якщо час відповіді вище
        вказаного
    }else{
        echo 'Балів: 1<br />';
        $math = (int)$time_check[0]['point'] + 1;
        $DB->query("UPDATE `session` SET `point` = '$math' WHERE
        id_user='$user_ids'");
    }
    echo '<br />';

```

### Розглянемо процедуру зміни рівня складності завдання:

```

    if($timeqvest[0]['trues'] != 0){ //підвищуємо рівень складності
    якщо була дана правильна відповідь
        $test_age = $DB->query("SELECT * FROM
    `users` WHERE id='$user_ids'");
        $lvl_u = $test_age[0]['age'] + 1;
        $DB->query("UPDATE `users` SET `age` =
    '$lvl_u' WHERE `id` = '$user_ids'");
    }else{ //знижуємо рівень якщо була дана не
    правильна відповідь
        $test_age = $DB->query("SELECT * FROM
    `users` WHERE id='$user_ids'");
        $lvl_u = $test_age[0]['age'] - 1;

```

```

        $DB->query("UPDATE `users` SET `age` =
'$lvl_u' WHERE `id` = '$user_ids'"); //змінюємо рівень завдання
        // $r_set = $DB->query("SELECT * FROM
`session` WHERE id_user='$user_ids'");
        // $DB->query("UPDATE `session` SET `potv` =
'0' WHERE id_user='$user_ids'");
    }
    $sss = $timeqvest[0]['trues'];
    $DB->query("INSERT INTO `archive` (`id`,
`id_user`, `id_qv`, `yn`, `times`) VALUES (NULL, '$user_ids', '$ts',
'$sss', '$timeMath')");

```

Значна частина коду буде приведена у додатку А, у якій буде можливо детально ознайомитися з тілом програми.

### 3.4 Висновок до розділу 3

У даному розділі представлена програмна реалізація алгоритму з нечіткою логікою адаптивного електронного тестування.

Вибір веб середовища для реалізації дипломного проекту зробило можливість розгорнути роботу цієї системи на будь якій системі. Будь який персональний комп'ютер має змогу обробити та запустити цей програмний продукт. Адаптивність системи не дасть учню якось нудьгувати чи списувати, тим самим даючи можливість правильно та швидко пройти тест. Вчитель зможе швидко та якісно оцінити роботу студента, не марнуючи купу часу на перевірку довгих класичних тестів.

Проект можна впровадити в будь яку систему дистанційного навчання що суттєво підвищить якість контролю знань і удосконалисть автоматизовану систему навчання.

## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуто заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці та виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблено заходи з техніки безпеки і рекомендації з пожежної профілактики. І оскільки завданням на дипломне проектування є програмне забезпечення, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів виконується для цієї машини і комплексу на якій передбачається реалізація програми.

### **4.1 Загальні питання з охорони праці**

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці»[1] визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших

засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці.

## 4.2 Вимоги до організації робочого місця

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним, основні вимоги до організації робочого місця за ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»[6] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

## 4.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої, що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у

напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

—Фізичні:

- 1 підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може статися через тіло людини;
- 2 підвищена або знижена вологість повітря;
- 3 підвищена або знижена рухливість повітря;
- 4 підвищений рівень статичної електрики;
- 5 підвищена напруженість електричного поля;
- 6 відсутність або нестача природного світла;
- 7 знижена освітленість робочої зони;
- 8 підвищений рівень шуму на робочому місці;
- 9 підвищений рівень електромагнітного випромінювання;
- 10 знижена контрастність;

—Фізичного перевантаження:

- 1 статичного;
- 2 динамічного;

—Психофізичне;

—Нервово-психічного перевантаження:

- 1 розумового перенапруження;
- 2 монотонності праці;
- 3 перенапруження аналізаторів;
- 4 емоційних перевантажень.

Роботу користувача розробленої підсистеми слід віднести до категорії Ia (легкі фізичні роботи. До даної категорії відносяться всі види діяльності, які



виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження.

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожну годину роботи.

#### **4.4 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі з персональним комп'ютером**

Роботу, пов'язану з електронно-обчислювальними машинами (далі - ПК) з відео дисплейними терміналами (далі - ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ПК з ВДТ і периферійними пристроями (далі - ПП), виконують із забезпеченням виконання НПАОП 0.00-7.15-18 «Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями»[10], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ПК з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема ПК та периферійні пристрої.

Робочі місця мають відповідати вимогам цих Правил та Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98) [6].

Це передбачає, що визначена виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів. Тому у першій частині цього підрозділу за результатами аналізу повинні бути визначені такі фактори.

Робота ПК та периферійних пристроїв супроводжує виділення багатьох хімічних речовин, зокрема озону, оксидів нітрогену та аерозолів (високодисперсних частинок тонера). Для прикладу, за умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом яких може бути принтер, сканер та ін.), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

#### **4.5 Пожежна безпека**

Пожежна безпека при застосуванні ПК забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [7] приміщення, площею 25 м<sup>2</sup>, відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт.
- ковдру 1,1 м<sup>2</sup>, кошму 2×1,5 м<sup>2</sup> або азбестове полотно 2×2 м<sup>2</sup> в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювачі і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами

є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів та інші.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ПК, є:

- поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,
- полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,
- склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важко горючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,
- пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,
- деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ПК діє система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень ВЦ.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [7] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важко займисті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- іскри і дуги короткого замикання;
- електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- перегріву від тривалого перевантаження,
- відкритий вогонь і продукти горіння,
- наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- несправність електроустановки;
- конструктивні недоліки устаткування;
- коротке замикання в електричних мережах;
- запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю, сірчистий газ, окис азоту, синильна кислота, акромін, фосген, хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол.

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигаза, що фільтрує, з коробкою марки «В» із сірою відміткою забарвлення – захист від неорганічних газів (хлор, фтор, бром, сірководень, сірковуглець, хлорціан, галогени), а цей фільтр не захистить від СО (тобто від чадного газу).

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він захищає від Чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

#### **4.6 Електробезпека**

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для

живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електро-приймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

#### **4.7 Освітлення робочого місця**

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПК. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною

фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПК.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПК розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПК. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У приміщенні, де розробляється, передбачається використання суміщеного освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ПК виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці ( $E_n$ ) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ПК передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає ДБН В.2.5-28-2006 [8]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль

освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах  $1/6 - 1/10$ :

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де  $S_b$  – площа віконних прорізів,  $m^2$ ;

$S_n$  – площа підлоги,  $m^2$ .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею  $S = 1,6 \text{ м}^2$  кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників  $N$  виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

де  $E$  – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

$S$  – освітлювана площа,  $m^2$ ;  $S = 25 \text{ м}^2$ ;

$Z$  – поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників  $Z = 1.1 - 1.3$ ) приймаємо рівним 1,1;

$K$  – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

$U$  – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

$M$  – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

$F$  – світловий потік лампи – 5400лм.

Підставивши числові значення у формулу (4.1), отримуємо:

$$n = \frac{300 * 25 * 1,1 * 1,5}{5400 * 0,575 * 2} \approx 1,99$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де  $n$  – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

$W$  – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2)$  – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт

$$N = \frac{2 * 160 + 0,05 * 2 * 160}{1000} = 0,336 \text{ кВт}$$



#### 4.8 Розрахунок заземлення

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом НПАОП 40.1-1.01-97[9], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового заземлювача  $\eta$  – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів  $\eta_v$  в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача  $\eta_s$ .

Визначимо необхідний опір штучних заземлювачів  $R_{шт.з.}$ :

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (4.4)$$

де  $R_{пр.з.}$  – опір природних заземлювачів;  $R_d$  – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то  $R_{шт.з.} = R_d$ .

Підставивши числові значення у формулу (А.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту  $\rho$ , Ом•м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо  $\rho = 40$  Ом•м (табличне значення).

Розрахунковий питомий опір ґрунту,  $\rho_{\text{розр.}}$ , Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів  $\rho_{\text{розр.в}}$ , і горизонтальних  $\rho_{\text{розр.г}}$ , Ом·м за формулою:

$$\rho_{\text{розр.}} = \psi \cdot \rho, \quad (4.5)$$

де  $\psi$  – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів  $\rho_{\text{розр.в}}=1,7$  і горизонтальних  $\rho_{\text{розр.г}}=5,5$  Ом·м.

$$\rho_{\text{розр.в}} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{\text{розр.г}} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

Розрахуємо опір розтікання струму вертикального заземлювача  $R_{\text{в}}$ , Ом, за (А.5).

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right), \quad (4.6)$$

де  $l_{\text{в}}$  – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м;  $l_{\text{в}}=3$  м);

$d_{\text{ст}}$  – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м;  $d_{\text{ст}}=0,05$  м);

$t$  – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (3.6):

$$t = h_{\text{в}} + \frac{l_{\text{в}}}{2}, \quad (4.7)$$

де  $h_{\text{в}}$  – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м);

$$\text{тоді } t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3 \text{ м}$$

$$R_{\text{в}} = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

Визначаємо теоретичну кількість вертикальних заземлювачів  $n$  штук, без урахування коефіцієнта використання  $\eta_{\text{в}}$ :

$$n = \frac{2 \cdot R_B}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (4.8)$$

Визначаємо коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки  $\eta_B = 0,57$  (табличне значення).

Визначаємо необхідну кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання пв, шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (4.9)$$

Визначаємо довжину з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (4.10)$$

де  $L_B$  – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за  $L_B = 3$  м);  
 $n_B$  – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

Визначаємо опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки)  $R_r$ , Ом:

$$R_r = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_r}, \quad (4.11)$$

де  $d_{\text{см}}$  – еквівалентний діаметр смуги шириною  $b$ ,  $d_{\text{см}} = 0,95b$ ,  $b = 0,15$  м;  
 $h_r$  – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

$l_c$  - довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача  $l_c$ , м

$$R_r = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

Визначаємо коефіцієнт використання горизонтального заземлювача  $\eta_c$  відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів пв.

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги  $\eta_c = 0,3$  (табличне значення).

Розраховуємо результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\text{г}}}{R_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{с}} + R_{\text{г}} \cdot n_{\text{в}} \cdot \eta_{\text{в}}} \leq R_{\text{д}}. \quad (4.12)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова:  $R_{\text{заг}} < 4 \text{ Ом}$ , а саме:

$$R_{\text{заг}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_{\text{д}}$$

#### 4.9 Висновки до розділу 4

У розділі "Охорона праці" виконаний аналіз потенційних небезпек при роботі із засобами обчислювальної техніки, на підставі якого розроблено заходи з техніки безпеки, заходи, що забезпечують виробничу санітарію та гігієну праці, рекомендації з пожежної профілактики, які підтверджені відповідними розрахунками.

## ВИСНОВКИ

Зробивши перші кроки до європейської освіти Україна почала невідворотний шлях до інновацій. Комп'ютеризація є невід'ємною частиною цього процесу. Місце звичайного навчання займають системи дистанційного навчання, а перевіркою знань займаються автоматизовані системи. За час комп'ютерного прогресу багато чого змінилося. Місце звичайних паперових тестових перевірок почали займати комп'ютерні тести. Але й тут прогрес не встояв на місці. Адаптивне тестування це саме те продовження процесу інноваційного руху.

Вчені розробили багато теорій, методик, алгоритмів, моделей того, як повинне будуватися та проходити тестування. Усі це у підсумку звелось до адаптивних систем контролю знань. У бакалаврській роботі я розглянув деякі алгоритми та моделі проведення тестування. Але проаналізувавши їх, мені стало зрозуміло, що найкращій шлях, це об'єднання усіх алгоритмів, для найкращого результату.

Програмний засіб, розроблений мною, є поєднанням головних позитивних якостей, за для отримання найкращого результату.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України "Про охорону праці". Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-ХІІ від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>.

2. Кодекс законів про працю України. Затверджується Законом № 322-VIII від 10.12.71 ВВР, 1971. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08>.

3. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Наказ від 21 грудня 1993 року №132. Оновлено наказом від 01.11.2016 № 1259 [Електронний ресурс]. URL: [https://dnaop.com/html/32357/doc-НПАОП\\_0.00-6.03-93](https://dnaop.com/html/32357/doc-НПАОП_0.00-6.03-93).

4. Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці (НПАОП 0.00-4.12-05). Наказ від 26.01.2005 №15. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>.

5. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Постанова N 42 від 01.12.99. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>.

6. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПІН 3.3.2.007-98. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. N 7. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98>.

7. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. Наказ від 15.06.2016 № 158. [Електронний ресурс]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=65419](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419).

8. БН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. Наказ від 15 травня 2006 року № 168. [Електронний ресурс]. URL: [https://dnaop.com/html/2032/doc-ДБН\\_В.2.5-28-2006](https://dnaop.com/html/2032/doc-ДБН_В.2.5-28-2006).

9. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок (НПАОП 40.1-1.01-97). Наказ від 06.10.97 № 257. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0011-98>.

10. НПАОП 0.00-7.15-18 "Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями". Заказ від 14.02.2018 № 207. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/z0508-18>.

11. Гисматуллина Э.Ф. Повышение качество образования за счет внедрения современных педагогических и информационных технологий / Вестник Казанского технологического университета, 2012, №11, С. 279-283

12. Зайцева, Л. В. Разработка и применение автоматизированных обучающих систем на базе ЭВМ / Л. В. Зайцева, Л. П. Новицкий, В. А. Грибков ; под ред. Л. В. Ницецкого. – Рига : Зинатне, 1989. – 174 с.

13. [Електронний ресурс]. URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Болонський\\_процес](https://uk.wikipedia.org/wiki/Болонський_процес)

14. Любарський С.В. Адаптивні алгоритми оцінки знань в інтелектуальній комп'ютерній тренажерній системі навчання. Збірник наукових праць ВІТІ НТУУ «КПІ» № 2, 2010. — С. 59—64.

15. Морев И. А. Образовательные информационные технологии. Часть 2. Педагогические измерения: Учеб. пособие. — Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2004. — 174 с.

16. [Електронний ресурс]. URL: [https://studopedia.ru/4\\_54531\\_adaptivnoe-testirovanie.html](https://studopedia.ru/4_54531_adaptivnoe-testirovanie.html)

17. [Електронний ресурс]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2145-19>

18. [Електронний ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Item\\_Response\\_Theory](https://ru.wikipedia.org/wiki/Item_Response_Theory)

19. Андреев А.В. , Андреева С.В., Доценко И.Б .Практика электронного обучения с использованием Moodle. - Таганрог: Изд-вТТИ ЮФУ. - 2008. - 146 с.

20. Шмельов О. Г. Адаптивная обработка знаний [Электронный ресурс].

URL:

<http://www.ito.su/1999/II/6/6148.html>



## ДОДАТОК А Програмный код

```

<?php
header('Content-Type: text/html; charset=utf-8');
    include('dbcon.php');

ini_set('display_errors', 1);
ini_set('error_reporting', E_ALL);
if (isset($_COOKIE['id']) and isset($_COOKIE['hash']))
{
    // $query = mysqli_query($db, "SELECT *,INET_NTOA(user_ip) AS user_ip FROM
users WHERE user_id = '".intval($_COOKIE['id'])."' LIMIT 1");
    // $userdata = mysqli_fetch_assoc($query);
    $query = $DB->query("SELECT id FROM users WHERE id =?",
array($_COOKIE['id']));
    if($query[0]['id'] != $_COOKIE['id'])
    {
        setcookie("id", "", time() - 3600*24*30*12, "/"); //создаем кукки по
айди пользователя
        setcookie("hash", "", time() - 3600*24*30*12, "/"); // создаем хеш
        print "Хм, что-то не получилось";
    }
    else
    {
        $user_ids = $query[0]['id']; //айди юзера

        ?>

        <a href="?p=start">Test</a><br /><br />

<?php

    $count_q = $DB->query("SELECT COUNT(*) FROM `quest`"); //получаем
количество заданий

    $count_otv = $DB->query("SELECT COUNT(*) FROM `archive` WHERE
id_user='$user_ids'"); //получаем количество пройденных тестов

    if($count_otv < $count_q){

        if(isset($_GET['p'])){
            if($_GET['p'] == 'start'){

                $select_user = $DB->query("SELECT COUNT(*) FROM `session` WHERE
id_user='$user_ids'"); //проверяем создана ли сессия

                $select_user = $select_user[0]['COUNT(*)'];

```

```

if($select_user == 0){
    $start_quest = $DB->query("SELECT * FROM `quest` WHERE lvl='1'
LIMIT 1"); //получаем первое здание

    $id_qvvv = $start_quest[0]['id'];

    $date = date('h:i:s', time());
    //создаем сессию тестов
    $DB->query("INSERT INTO `session` (`id`, `id_user`, `id_qv`,
`point`, `times`, `checks`, `potv`) VALUES (NULL, '$user_ids', '$id_qvvv', '1',
'$date', '0', 0)");
    }else{
        if(!isset($_GET['f'])){
            $dates = date('h:i:s', time());
            //echo $dates;
            $DB->query("UPDATE `session` SET `times` = '$dates', `checks` =
'0' WHERE id_user='$user_ids'"); //Обновляем время
        }}

    if(!isset($_GET['f'])){
        echo '<form method="POST" action="?p=start&f=final">';

        $select_lvl_user = $DB->query("SELECT * FROM `users` WHERE
id='$user_ids'"); //получаем данные о пользователе

        $lvl_que = $select_lvl_user[0]['age'];
        echo $lvl_que;

        $q = $DB->query("SELECT * FROM `quest` WHERE lvl='$lvl_que' LIMIT
1"); //вывод задания

        foreach ($q as &$value) {
            echo $value['text'].'<br />';

            $id = $value['id'];

            $v = $DB->query("SELECT * FROM `variant` WHERE id_quest='$id'");
            //выводим варианты ответов

            foreach ($v as &$value1) {
                echo '<input type="radio" class="form-check-input"
name="option1" value="'. $value1['id']. '">';
                echo $value1['text'].'<br />';
            }
        }
        echo '<input type="submit">';
    }
    if(isset($_GET['f'])){
        if($_GET['f'] == 'final'){ //расчет ответов
            $id_v = $_POST['option1'];

            $time_check = $DB->query("SELECT * FROM `session` WHERE
id_user='$user_ids'");

```

```

$timeqvest = $DB->query("SELECT * FROM `variant` WHERE
id='$id_v'"); //получаем данные об выбранном варианте

//print_r($timeqvest);

$ts = $timeqvest[0]['id_quest'];

$q_quest = $DB->query("SELECT * FROM `quest` WHERE
id='$ts' LIMIT 1"); //получаем данные об

$date1 = date('h:i:s', time());
//echo $date1.'-'. $time_check[0]['times'].'<br />';
echo 'TIME: ';
$timeMath = strtotime($date1)-
strtotime($time_check[0]['times']); //расчитываем время выполнения теста
echo '<br />';
if((int)$timeMath > (int)$q_quest[0]['times']){
    $points = 1 - ((int)$timeMath -
(int)$q_quest[0]['times'])/100; //Формула если пользователь ответил слишком
медленно

    echo 'Баллов: '.$points.'<br />';
    $math = (int)$time_check[0]['point'] +
(int)$points;
    $DB->query("UPDATE `session` SET `point` =
'$math' WHERE id_user='$user_ids'"); //обновляем баллы если время выполнения выше
указанного
}else{
    echo 'Баллов: 1<br />';
    $math = (int)$time_check[0]['point'] + 1;
    $DB->query("UPDATE `session` SET `point` =
'$math' WHERE id_user='$user_ids'");
}
echo '<br />';

//Расчет уровня пользователя
if($timeqvest[0]['trues'] != 0){ //повышаем уровень если
правильный был ответ

    $test_age = $DB->query("SELECT * FROM `users` WHERE
id='$user_ids'");

    $lvl_u = $test_age[0]['age'] + 1;

    $DB->query("UPDATE `users` SET `age` = '$lvl_u' WHERE
`id` = '$user_ids'");
}else{ //снижаем уровень если правильный был ответ
    $test_age = $DB->query("SELECT * FROM `users` WHERE
id='$user_ids'");

    $lvl_u = $test_age[0]['age'] - 1;

```

```

        $DB->query("UPDATE `users` SET `age` = '$lvl_u' WHERE
`id` = '$user_ids'"); //изменяем lvl заданий

        //$r_set = $DB->query("SELECT * FROM `session` WHERE
id_user='$user_ids'");

        //$DB->query("UPDATE `session` SET `potv` = '0' WHERE
id_user='$user_ids'");
    }

    $sss = $timeqvest[0]['trues'];
    $DB->query("INSERT INTO `archive` (`id`, `id_user`,
`id_qv`, `yn`, `times`) VALUES (NULL, '$user_ids', '$ts', '$sss', '$timeMath'");
    //создаем пройденный тест
    echo '<a href="?p=start">след. вопрос<a/>';
    }

    }}
    }}else{
        $result_test = $DB->query("SELECT * FROM `archive` WHERE
id_user='$user_ids'"); //Вывод результатов
        $time_res = 0; //время выполнения
        $otvet_t = 0; //true ответ
        $otvet_f = 0; //false ответ
        foreach ($result_test as $key => $value) {
            $time_res += $value['times'];
            if($value['yn'] == 0){
                $otvet_f += 1;
            }else{
                $otvet_t += 1;
            }
        }
        echo 'Конечный результат: <br />';
        echo 'Правильные ответы: ' . $otvet_t . '<br />';
        echo 'Не правильные ответы: ' . $otvet_f . '<br />';
        echo 'Время прохождения всех тестов: ' . $time_res . '<br />';

    }
    }}
?>

```

ДОДАТОК Б Слайди презентації

## **Програмне забезпечення автоматизованої системи контролю знань**

**Автор: Карташов Марко Володимирович**

**Керівник дипломної роботи:**

**Шумова Лариса Олександрівна**

1

### **Актуальність теми і мета проекту**

- Особливої актуальності раціонального використання інформаційно-комунікаційних технологій в навчально-виховному процесі набуває **задача контролю якості освіти**: дистанційне навчання, проведення адаптивного комп'ютерного тестування.
- **Об'єкт розробки**: програмне забезпечення адаптивної автоматизованої системи контролю знань
- **Мета проекту**: розроблення програмного забезпечення адаптивної автоматизованої системи контролю знань

2

## Постановка задачі

- Проаналізувати системи проведення контролю якості знань
- Проаналізувати існуючі моделі та алгоритми систем адаптивного тестування
- Обрати засоби для створення програмного забезпечення системи адаптивного контролю знань
- Розробити засіб автоматизованої адаптивної системи контролю знань у відповідності до вибраного алгоритму

3

## Аналіз діючої системи проведення тестового контролю якості знань

### Послідовна схема класичного паперового тестування



4

## Огляд можливостей систем дистанційного тестування

Функціональні можливості	Angel	Learning Space	Ilias	e-Learning	Moodle	BlackBoard	WebCT
Адаптивне планування	-	-	-	-	-	-	-
Адаптивна навігація	-	-	-	-	-	-	-
Підтримка розв'язку завдань	-	-	-	-	-	-	-
Адаптивне представлення	-	-	-	-	-	-	-
Адаптивне тестування	-	-	-	-	-	-	-
Адаптивна інформаційна фільтрація	-	-	-	-	-	-	-
Прив'язка тестових завдань до навчального матеріалу	-	-	-	-	-	-	-
Конструктор електронних курсів та тестових завдань для індивідуалізованого навчання	-	-	-	-	-	-	-
Контрольні завдання, заняття, семінари	+	+	+	+	+	+	-
Журнал, глосарій, бібліотека, форум, опитування	+	+	-	+	+	+	+

5

## Можливості комп'ютерної адаптивної системи контролю знань



Економія часу



Полегшення стресу у студента



Якісне оцінювання знань



Автоматизація рутинних процесів



Багато можливостей реалізації

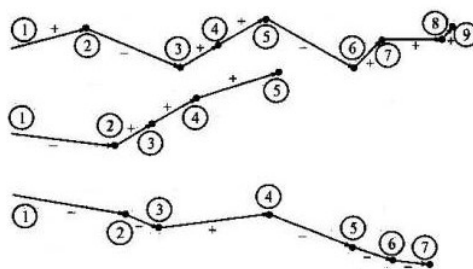
6

## Проектування моделі автоматизованої адаптивної системи контролю знань

Відсоток правильних відповідей	привласних шкалою	Оцінка за 12-бальною шкалою	Оцінка
0-10		1	Зниження відсутні
10-20		2	Незадовільно
20-30		3	Майже незадовільно
30-40		4	Майже задовільно
40-50		5	Задовільно
50-60		6	Більш ніж задовільно
60-70		7	Майже добре
70-80		8	Добре
80-85		9	Більш ніж добре
85-90		10	Майже відмінно
90-95		11	Відмінно
95-100		12	Більш ніж відмінно

$$S_t = f(S, p, T, t)$$

$$R_i = \begin{cases} 1 - \frac{(r_{\text{вн}} - r_{\text{max}})}{100} \\ \dots \\ 0 \end{cases}$$



7

## Засоби для створення програмного забезпечення системи автоматизованого адаптивного контролю знань



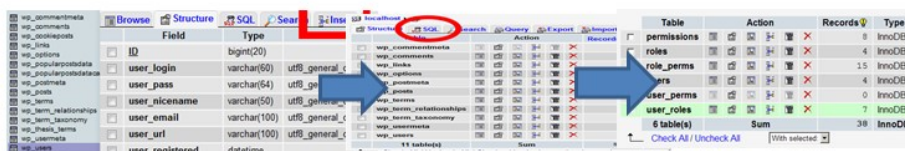
Можливості WEB середовища при реалізації проектів потребуючих як можна більше покриття користувачів

8



## Збір інформації для роботи системи

- Занесення даних студентів до таблиці
- Занесення завдань та варіантів відповіді.
- Формування таблиці необхідної структури для можливостей взаємодії у системи.



9

## Аналіз даних

- Проведення адаптивного тестування за обраним алгоритмом.
- Аналіз отриманих результатів.
- Висновки за результатами.
- Створення рекомендацій щодо підвищення якості освіти шляхом зміни діючої освітньої програми.



10

## Розробка програмного забезпечення системи адаптивного автоматизованого контролю знань



11

## Висновки

- У ході виконання дипломної роботи було розроблено програмний засіб автоматизованої адаптивної системи контролю знань.
- Даний засіб дозволяє проводити адаптивне тестування у будь якому місці, де є мережа інтернет.
- Забезпечено проведення тестування для багатьох студентів одразу за допомогою системи авторизації.
- Даний засіб має можливість працювати як інтегрований відокремлений модуль у СДН.

12

## Перспективи розвитку

- Планується розширити можливості програмного забезпечення автоматизованої адаптивної системи контролю знань.
- Розглянути питання програмного забезпечення оперативного аналізу даних і формування звітів в системі автоматизованого адаптивного контролю знань.