

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
(повна назва)

Кафедра _____ Програмної інженерії _____
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Дослідження методів навчального тестування для реалізації системи
визначення спеціальної здатності до навчання людини
(тема)

Виконав: студент 2 курсу, групи _____ ПЗМ-19-3 _____
Ніколаєнко В. Д.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність _____ 121 – Інженерія програмного забезпечення _____
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми _____ освітньо-наукова _____
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник _____ доц. Назаров О. С. _____
(посада, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри, проф.

(підпис)

З. В. Дудар
(прізвище, ініціали)

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук

Кафедра Програмної інженерії

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення
(код і повна назва)

Тип програми освітньо-наукова програма

Освітня програма Інженерія програмного забезпечення

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри _____
(підпис)

«26» березня 2021р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студента Ніколаєнко Валерія Дмитровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів навчального тестування для реалізації системи визначення спеціальної здатності до навчання людини

затверджена наказом університету від «26» березня 2021р. № 385

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 21 травня 2021р.

3. Вихідні дані до роботи Розробити систему для визначення рівня спеціальної здатності до навчання. Використовувати технології: ASP .NET 5, ML .NET, MS Visual Studio 2019, мови програмування C# та JavaScript

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі мета роботи, аналіз проблемної галузі, постановка задачі, аналіз методів навчального тестування, архітектура та проектування програмної системи

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, слайдів, ілюстрацій слайди презентації

6. Консультанти розділів роботи

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Спецчастина	доц. Назаров О. С.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка *
1	Аналіз предметної галузі	26.03.2021	виконано
2	Огляд існуючих методів	29.03.2021	виконано
3	Методи навчального тестування	14.04.2021	виконано
4	Підготовка пояснювальної записки	07.05.2021	виконано
5	Спецчастина	14.05.2021	виконано
6	Підготовка презентації та доповіді	16.05.2021	виконано
7	Попередній захист	20.05.2021	виконано
8	Нормоконтроль, рецензування	17.05.2021	виконано
9	Занесення диплома в електронний архів	19.05.2021	виконано
10	Допуск до захисту у зав. кафедри	21.05.2021	виконано
* заповнюється вручну після виконання чергового пункту			

Дата видачі завдання 26 березня 2021 р.

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

доц. Назаров О. С.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ / ABSTRACT

Кваліфікаційна робота магістра містить: 61 с., 2 рис., 1 табл., 14 джерел.

ASP .NET, C#, ML .NET, VISUAL STUDIO 2019, ЗДАТНІСТЬ ДО НАВЧАННЯ, НАВЧАЛЬНЕ ТЕСТУВАННЯ.

Метою роботи є методи навчального тестування, алгоритми аналізу, проектування та розробка програмної системи для визначення рівня спеціальної здатності до навчання.

Методи розробки базуються на інструментах розробки веб-застосувань на платформі .NET 5 - модульна платформа для розробки програмного забезпечення з відкритим вихідним кодом, ML .NET – фреймворку для машинного навчання з використанням мов програмування C# та F#.

В результаті роботи розглянуто методи навчального тестування, алгоритми аналізу, та розроблено програмну реалізацію системи для визначення рівня спеціальної здатності до навчання, яка представляє собою веб-додаток на основі фреймворку .NET 5.

ASP .NET, C#, ML .NET, VISUAL STUDIO 2019, LEARNABILITY, EDUCATIONAL TESTING.

The aim of the work is methods of educational testing, algorithms of analysis, design and development of a software system for determining the level of special ability to learn.

Development methods are based on web application development tools on the .NET 5 platform - a modular platform for open-source software development, ML .NET - a machine learning framework for the C# and F# programming languages.

As a result of the work the methods of educational testing, algorithms of analysis are considered, and the software implementation of the system for determining the level of special ability to learn, which is a web application based on the .NET 5 framework, is developed.

Я, Ніколаєнко Валерій Дмитрович, студент гр. ІПЗм-19-3, здобувач вищої освіти на другому (магістерському) рівні кафедри «Програмна інженерія», заявляю: моя кваліфікаційна робота на тему «Дослідження методів навчального тестування для реалізації системи визначення спеціальної здатності до навчання людини», що буде представлена в екзаменаційну комісію для публічного захисту, виконана самостійно, в ній не містяться елементи плагіату і вона може бути опублікована в електронному архіві відкритого доступу EIAr KhNURE. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.

Я ознайомлений (а) з діючим положенням «Про протидію академічному плагіату в ХНУРЕ», згідно з яким виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску кваліфікаційної роботи до захисту та застосування дисциплінарних заходів.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Аналіз предметної галузі	9
1.1 Аналіз існуючих проблем	9
1.2 Здатність до навчання та методи тестування.....	10
1.3 Машинне навчання	13
1.4 Аналіз існуючих рішень.....	14
2 Постановка задачі.....	17
2.1 Виявлення проблем та актуалізація рішень	17
2.2 Постановка задачі	20
3 Математична модель.....	21
4 Проведення експерименту.....	27
4.1 Методологія проведення експерименту	27
4.2 Специфікація програмного забезпечення.....	27
4.3 Проведення експерименту	29
4.4 Аналіз результатів експерименту.....	30
5 Опис програмної системи.....	32
5.2 Архітектура програмної системи	33
5.3 Інтерфейс користувача	36
6 Результати роботи	38
Висновки.....	40
Перелік ДЖЕРЕЛ посилань.....	41
Додаток А	43
Додаток Б.....	44
Додаток В	45
Додаток Г.....	54
Додаток Д	60

ВСТУП

Визначення напрямку подальшого розвитку переслідує людину протягом всього життя, від вибору предметів поглибленого вивчення у школі та альтернатив у закладах вищої освіти до вибору напрямку у кар'єрі. Основною проблемою під час такого вибору є відсутність чітких критеріїв для прийняття рішень. Тому вибір, як правило, робиться на основі нинішніх знань або ж інтересу до галузі. В першому випадку вибір оснований на критерії, що має за собою підґрунтя проте не гарантує, що подальше навчання буде ефективним, а тому може привести до хибного рішення. В другому випадку критерій для вибору досить суб'єктивний, тому шанс хибного вибору у порівнянні з вибором на основі знань зростає ще більше.

Проте існує критерій близький до попередньо названих, проте гарантує, як мінімум, що навчання буде стрімким і корисним – це спеціальна здатність до навчання. На відміну від загальної здатності до навчання, спеціальна відповідає за сприйняття та засвоєння інформації у певній галузі. Людина з високим і низьким її значенням по різному отримує знання, і через певний час людина з високою здатністю до навчання може перевершити людину з високими початковими знаннями але низькою здатністю до навчання.

Тести спеціальних здібностей – тести, спрямовані на вимірювання рівня успішності вирішення завдань конкретного типу і в конкретних областях діяльності [1]. ТСЗ не мають чіткої межі, яка відділяє їх від тестів досягнень, так як актуальні здібності можуть розглядатися як досягнення індивіда, отримані ним в ході розвитку його потенційних здібностей. Але, як правило, результати ТСЗ інтерпретуються у вигляді посилення на вираженість певних психологічних чинників, а результати тестів досягнень – у вигляді посилення на ефективність певної діяльності. ТСЗ слід відрізнити від тестів досягнень (або кваліфікаційних тестів) таким чином: високий (прийнятний) бал ТЗ є лише необхідною, але недостатньою умовою успішності діяльності. Для успіху крім здібностей потрібно мати бажання, інтерес до справи і вміння правильно оцінити ту чи іншу проблемну

ситуацію, щоб вчасно актуалізувати потрібну здатність (останнє вміння формується тільки під впливом досвіду). Таким чином, ТСЗ більш інформативні при низьких балах - як інструмент відсіву непридатних, а не відбору придатних.

На даний момент більшість існуючих тестів спеціальних здібностей розглядає лише психологічний аспект та ті якості характеру людини, що важливі для його спеціалізації. Проте не було знайдено таких систем, що визначали б саме потенціал засвоєння матеріалу, набуття нових навичок і здатність використовувати їх у подальшому.

Таким чином, основною метою кваліфікаційної роботи є покращення методів аналізу результатів комп'ютерного тестування та розробка системи, що дозволила б оцінювати здатність людини до навчання у певній сфері. Для реалізації було обрано фреймворк Microsoft .NET, а для навчання моделі буде використовуватись ML.NET, дані технології легко поєднуються між собою, окрім того є одними з найкращих на ринку.

1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1 Аналіз існуючих проблем

На даний момент розвиток комп'ютерних технологій досяг такого рівня, що майже будь-який процес відбувається за участі комп'ютеру та комп'ютерного програмного забезпечення. Не уникнув цієї участі і контроль знань, наразі повністю незалежна від комп'ютерних технологій оцінка знань зустрічається дуже рідко. До таких можна віднести хіба що екзамени, контрольні або співбесіди при працевлаштуванні. Але і вони досить часто все ж таки гібридні, так викладач може використовувати комп'ютерні тести для попередньої оцінки знань перед самим екзаменом. Така популярність виникла не просто так, контроль знань з використанням комп'ютера несе у собі безліч переваг, таких як економія часу, об'єктивність оцінювання та зменшення стресу для тих хто проходить тестування. Так викладачу або експерту вже немає необхідності витратити час на перевірку кожної роботи, натомість він одразу отримує готові результати, оцінки повністю залежать від знань і позбавлені від впливу сторонніх факторів. Крім того вміння керування комп'ютером або іншим девайсом вже давно перестало бути проблемою, адже тепер гаджети є невід'ємною частиною життя майже кожної людини

Тестування вкрай важливе і у професійній сфері, так при працевлаштуванні роботодавцю важливо оцінити рівень знань кандидата, щоб вирішити чи підходить він на позицію. Різні компанії використовують різні методи. Зазвичай деякі знання, як, наприклад, знання англійської мови перевіряють з використанням тестів, інші знання перевіряються або повністю на співбесіді, або комбінуючи її з практичним завданням. І хоча практичне завдання дозволяє розкрити навички кандидата при умовах наближених до реальних і у досить короткий проміжок часу, проте через імовірність використання допомоги та відсутність перевірки всіх необхідних знань після нього все одно буде співбесіда. Крім того і у практичного завдання, і у співбесіди є суттєвий недолік в обличчі перевіряючого: поганий настрій, суб'єктивні оцінки відповідей та інші подібні фактори суттєво впливають на успіх того, хто влаштовується на роботу.

Недолік в плані оцінки знань можливо усунути за допомогою тестування. Проте класичні тести погано підходять в даному випадку через досить велику кількість навичок, рівень знань яких потрібно визначити. При стандартному тестуванні кандидат втомиться проходити безліч мало цікавих тестів. Кращим вибором в цьому разі є використання адаптивного тестування. В процесі такого контролю знань рівень питань підбирається відповідно до рівня знань того, хто проходить тест. Це дозволяє значно зменшити час виконання тесту і крім того точність оцінки при цьому зростає [2].

Але навіть найдетальніший і найточніший тест продемонструє лише наявні наразі знання, але не покаже ні потенціалу людини, ні її можливості засвоювати необхідний матеріал і в подальшому його правильно застосовувати. Вказаний фактор зазвичай називають здатністю до навчання, на відміну від рівня знань він вказує на здатність отримувати нові навички та схильність до навчання.

1.2 Здатність до навчання та методи тестування

Здатність до навчання – індивідуальні показники швидкості і якості засвоєння людиною знань, умінь і навичок в ході навчання. Розрізняються:

- а) здатність до навчання загальна – здатність засвоєння будь-якого матеріалу;
- б) здатність до навчання спеціальна – здатність засвоєння окремих видів матеріалу: різних наук, мистецтв, видів практичної діяльності.

Перша – показник загальної, друга – спеціальної обдарованості індивіда.

В основі здатності до навчання лежать:

- а) рівень розвитку процесів пізнавальних суб'єкта-сприйняття, уяви, пам'яті, мислення, уваги, мови;
- б) рівень розвитку його сфер мотиваційно-вольової та емоційної;
- в) розвиток похідних від них компонент діяльності навчальної: з'ясування змісту навчального матеріалу з прямих і непрямих пояснень, оволодіння

матеріалом до ступеня активного застосування.

Здатність до навчання визначається не тільки рівнем розвитком пізнання активного (тим, що суб'єкт може пізнати і засвоїти самостійно), але і рівнем пізнання "рецептивного" (тим, що суб'єкт може пізнати і засвоїти за допомогою іншої людини, що володіє знаннями і вміннями). Максимальний рівень розвитку здатності до навчання визначається можливостями самостійного пізнання [3].

За результатами аналізу літератури було визначено, що наразі більша частина існуючих тестів для визначення здатності до навчання засновані на принципі визначення психологічних особливостей кандидату та спеціальності. В цьому можна переконатись і звернувшись до визначення спеціальних професійних здібностей. Спеціальні професійні здібності – психологічні властивості особистості, що вимагаються від людини в рамках даної професії, але при більш вузькій спеціалізації. Спеціальні професійні здібності визначаються конкретними умовами праці, в тому числі особливими (дефіцит часу, інформації, перевантаження)[4]. Крім того більшість наявних тестів такого спрямування при більш детальному розгляді виявляються чимось схожим на тести розвитку інтелекту або на щось подібне. А от сфера вивчення спеціальної здатності до навчання саме як можливість засвоювати знання за професійним напрямком доволі слабо, і знайти роботи у такому напрямку виявилось досить важко, а існуючих тестів, що визначали б саме здатність до навчання, а не поточний рівень знань знайти зовсім не вдалось.

Визначення здатності до навчання людини у певній галузі може знайти застосування у таких сферах:

– *розподіл нових спеціалістів (інтернів) за ролями на проекті.* На даний момент інтерни у більшості шукаються на певну позицію і відбираються на основі поточних знань. Проте досить часто, і не лише у випадку інтернів, ІТ-спеціалісти змінюють свій напрям. Досить поширеним прикладом буде перехід від тестувальника до розробника. І хоча у такому випадку отриманні знання не можна назвати безкорисними, людина все одно втрачає час, який могла би витратити на отримання знань у сфері де вона краща;

– *розподіл студентів за альтернативами* відбувається на основі розставлених студентами пріоритетів. Обираються ці пріоритети студентом під впливом різних факторів, таких як: складність предмету, зацікавленість у ньому, наявність знань за цим предметом. Проте такий підхід не гарантує, що час витрачений на вивчення предмету піде на користь. Виявлення схильності до навчання за певним предметом допомогло б розподіляти студентів так, що пройдений курс давав би йому якомога більше нових знань;

– *загальна профорієнтація*. Більшість існуючих тестів на профорієнтацію засновані на визначенні того, що людині цікаво або у якій сфері вона зараз має найбільше знань. Але зацікавленість не означає, що людина буде успішною в цій сфері, так і поточні знання не гарантують успіху, адже подальше навчання може виявитись складним для людини і розвитку у цій сфері вона вже не набуде. При наявності до навчання у певному напрямку людина дуже вірогідно досить швидко зможе набрати базовий рівень знань, а подальший розвиток буде легшим.

Тест – це стандартизоване завдання або система контрольних завдань, націлених на вимір актуального рівня знань, умінь і навичок, а також здібностей випробуваного. Відповідно, під тестуванням розуміється метод психолого-педагогічної діагностики, що застосовує стандартизовані завдання.

За формою завдання тестові завдання поділяються на:

– завдання закритої форми – складається з частини з постановкою задачі (питанням) та частиною відповіді, де присутні як правильні, так і неправильні варіанти;

– завдання відкритої форми – у таких завданнях частина відповіді відсутня, натомість той, хто проходить тест має сам сформулювати відповідь.

В свою чергу завдання закритого типу поділяються на декілька видів:

– з вибором однієї правильної відповіді – в частині відповіді присутні декілька варіантів, один з них є правильним, інші – неправильні. Той хто проходить тестування має чітко обрати правильний варіант;

– з вибором декількох правильних відповідей – на відміну від завдання з однією вірною відповіддю, в такому випадку правильних відповідей декілька.

Завдання вважається вірно виконаним коли обрані усі правильні варіанти, іноді завдання оцінюється частково в разі, якщо було обрано частину вірних відповідей;

– завдання на встановлення послідовності – в такому завданні не потрібно обирати правильну відповідь, натомість необхідно розставити подані елементи у правильному порядку;

– завдання на встановлення відповідності – замість варіантів відповідей надаються два списки елементів, той хто проходить тест має співвіднести елементи з першого списку з необхідними елементами з другого списку;

За наявністю зворотного зв'язку тести поділяються на традиційні та адаптивні.

Традиційний тест – складається зі списку питань і варіантів відповідей до них, при цьому кожне питання оцінюється в певну кількість балів за правильну відповідь. Для підрахунку результату зазвичай використовується сума балів за правильні відповіді.

Адаптивний тест – особливий вид тестування в якому рівень складності кожного наступного питання залежить від відповідей на попередні. Сам тест та його складність формуються динамічно під час проходження.

1.3 Машинне навчання

Машинне навчання - це розділ науки, що вивчає комп'ютерні алгоритми, які автоматично вдосконалюються завдяки досвіду та за допомогою даних. Воно розглядається як підрозділ штучного інтелекту. Алгоритми машинного навчання будують модель на основі зразкових даних, відомих як "навчальні дані", для того, щоб робити прогнози або приймати рішення, не будучи явно запрограмованими для цього. Алгоритми машинного навчання використовуються в найрізноманітніших галузях, таких як медицина, фільтрація електронної пошти та комп'ютерний зір, де важко або нездійсненно розробити звичайні алгоритми для виконання необхідних завдань.

Підходи до машинного навчання традиційно поділяються на три категорії, залежно від природи "сигналу" або "зворотного зв'язку", доступних для системи навчання:

- навчання з вчителем: Комп'ютеру надаються дані з прикладами входів та їх бажаних результатів, наданими «вчителем», і мета полягає у вивченні загального правила, яке відображає входи на виходи;

- навчання без вчителя: алгоритму навчання не надаються бажані результати, через що алгоритм сам має визначити закономірності у вхідних даних. Навчання без вчителя може саме виступати в ролі мети (виявлення прихованих закономірностей у даних) або засобом досягнення мети (вивчення особливостей);

- навчання з підкріпленням: комп'ютерна програма взаємодіє з динамічним середовищем, в якому вона повинна виконати певну мету (наприклад, керування транспортним засобом або гра проти супротивника). Під час виконання свого завдання, програма отримує зворотний зв'язок, аналогічний винагородам, який вона намагається максимізувати.

Різні підприємства та організації можуть скористатися перевагами машинного навчання, допомагаючи зростанню їх ринку та підвищенню продуктивності людської праці. Постачальники послуг охорони здоров'я, власники сайтів електронної комерції та виробники використовують машинне навчання, щоб залишатись попереду у своїх відповідних нішах.

Навіть освітня галузь також охоплює машинне навчання, щоб допомогти студентам у навчальних програмах. В даний час китайські студенти використовують платформи машинного навчання, щоб поліпшити свою увагу [5].

1.4 Аналіз існуючих рішень

Для правильної постановки задачі та успішного подальшого досягнення мети роботи важливо проаналізувати існуючі на даний момент рішення.

В роботі [6] розглядається в цілому важливість визначення здатності до навчання. Авторами роботи вказується, що знання рівня здатності до навчання людини дозволяє скорегувати саме навчання у подальшому у відповідності до індивідуальних потреб. Такий підхід дозволить правильніше розподілити час виділений на навчання, а також розставити акценти на вивчені тієї чи іншої теми. Нажаль крім загальних висновків про необхідність з'ясування здатності до навчання, з цієї роботи ми більше нічого використати не можемо, через її спрямованість на психологію та конкретно на підходи до створення завдань тестів, що в нашому дослідженні не розглядається.

У роботі [7] було використано навчальне тестування для визначення рівня когнітивних компетенцій у студентів. При цьому було використано підхід з тестом, що складається з підзадач та має декілька можливих траєкторій проходження. На основі маршруту проходження навчального тесту визначалось який матеріал був засвоєний краще і як студенти навчилися його використовувати. Проте у даній роботі сам аналіз тесту проводився вручну, а значить залишався фактор людини, а також для проведення тестування кожен раз необхідна компетентна у сфері, за якою тестуються, людина. Крім того тестування у даному випадку все ж передбачає вивчення заздалегідь, оскільки перевіряється не стільки здатність навчатись, скільки здатність застосовувати вже отримані заздалегідь знання.

Робота [8] цікава тим, що в ній головною метою є визначення напрямку подальшого розвитку на основі попередніх результатів. В даній роботі було проаналізовано можливість використання штучної нейронної мережі для класифікації студентів за спеціальностями з метою допомогти вибрати напрям на четвертому році навчання. Дана робота демонструє, що нейромережевий підхід для розподілу на основі знань показує себе доволі непогано. Але в роботі зовсім відсутнє тестування, натомість є результати навчання, тобто функцію оцінки знань на себе в цьому разі беруть викладачі.

Робота [9] хоча і дещо відрізняється за своїм напрямом, проте також потребує розгляду. Авторами роботи запропоновано спосіб використання нейронних мереж у тестуванні. Корисним може бути те, що за результатами цього дослідження,

нейронна мережа гарно проявила себе у виставленні результатів проходження тесту. Такий підхід допомагає позбавитись від необхідності участі експерта при кожному проходженні тесту, зберігаючи при цьому точність результатів на задовільному рівні.

В цілому можна сказати, що галузь тестування активно розвивається, як і використання у ній нейронних мереж та машинного навчання. Проте основним напрямком розвитку є саме проведення контролю знань, підвищення його точності, зменшення необхідного на проходження часу або ж все більша його автоматизація. Напрямок аналізу результатів тестування та визначення можливостей застосування тестів для цілей відмінних від контролю поточних знань розвинена досить слабо, проте має великий потенціал, крім того розвиток даного напрямку несе у собі нові можливості, що могли б принципово змінити деякі існуючі процеси, як, наприклад, відбір персоналу [10].

2 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2.1 Виявлення проблем та актуалізація рішень

В ході аналізу предметної галузі було розглянуто декілька видів навчального тестування. Для подальшої роботи необхідно попередньо дослідити дані методики та визначити їх переваги та недоліки, на основі цього можна буде зробити висновок про доцільність їх використання для досягнення поставленої мети.

Першим з видів навчального тестування, що буде розглянуто є нескінченне тестування з відображенням правильної відповіді в разі помилки того хто проходить тестування. Такий вид тестування підходить для самоконтролю під час вивчення певної теми, що потребує великої кількості запам'ятовування. У інших випадках такий вид тестування малоефективний і застосовується дуже рідко. Основним недоліком такого підходу є складність визначення рівня знань, адже тест завершується лише тоді коли той хто проходить тестування цього захоче, а питання повторюються, через що навіть відсоток правильних відповідей не буде об'єктивною оцінкою. Крім того таке тестування потребує великих затрат часу навіть для досить невеликої теми, а у випадку необхідності перевірки рівня знань у декількох галузях це призведе до сильного затягування процесу і втомленості людей, що проходять тестування.

Другим підходом є тестування, що передбачає виконання у процесі певної задачі і зазвичай така задача має декілька шляхів виконання. Кожне питання при цьому є невеличким кроком для виконання поставленої задачі. Цей вид тестування, як правило використовується для перевірки засвоєння теми, де можна використовувати декілька підходів для рішення. Завдяки аналізу маршруту проходження можна проаналізувати, які з методів були засвоєнні краще, а також, чи було отримано навички з вибору правильного методу рішення для поставленої задачі. В результаті аналізу даного методу було визначено, що воно мало застосовно до використання у темах, що не мають розгалужень при вирішенні, адже в такому разі єдиними відповідями відмінними від правильних будуть тупикові, що

робить таке тестування звичайним тестуванням з однією правильною відповіддю. Крім того воно потребує від того, хто проходить тестування наявність гарних знань теми, бо в іншому випадку людина буде просто блукати питаннями доки не прийде до правильної відповіді, що призведе до великих витрат часу при низькому фінальному результаті. Іншим недоліком цього виду тестування є необхідність експерту як для складання тестового завдання, що в цьому випадку є досить трудомістким процесом, через специфічність вимог, так і для аналізу результатів, через необхідність аналізу маршрутів проходження та відсутність критеріїв для виставлення оцінки.

Ще одним видом навчального тестування можна вважати такі системи контролю знань, в яких після завершення тесту користувачу надається можливість переглянути свої результати детально, з зазначенням правильних та обраних відповідей. Цей підхід дуже простий у реалізації і не вимагає додаткових умов при створенні самого тесту, процес залишається аналогічним до побудови класичного контрольного тесту. Перевагою над стандартним тестуванням є те, що демонстрація результатів проходження дозволяє тому, хто проходить тест визначити ті сфери у яких йому недостатньо знань. Такий вид навчального тестування дуже доцільно використовувати при попередньому тестуванні знань, адже при подальшому вивченні теми учень зможе розставити акценти на знаннях яких більше бракує.

Більшість тестових завдань на даний момент все ще побудовані за принципом звичайного тестового контролю знань. Звісно такий підхід має переваги у простоті розробки та проведення, проте також має і суттєві недоліки. Одним з таких недоліків є орієнтованість тестів на певний рівень знань, точність оцінки знань людини зі значно вищими або значно нижчими знаннями буде достатньо мала. Іншим важливим недоліком є низький рівень зацікавленості. Він впливає з того, що для підвищення якості оцінювання, необхідно збільшувати кількість питань, а це призводить до того, що тест стає доволі об'ємним і крім того мало цікавим.

Адаптивне тестування дозволяє вирішити ці проблеми. Зміна рівня складності питання відповідно з результатами попередніх відповідей дозволяють

тримати людину в потоці. Через це зацікавленість зростає, адже відсутні дуже легкі та дуже складні питання. Також динамічна складність вирішує проблему великої кількості питань.

Крім вище зазначених проблем, адаптивне тестування також вирішує проблему списування. Через те, що питання обираються випадково з набору питань, а також через різну довжину тесту, для кожного, хто тестується буде генеруватись свій власний тест і використати знання іншого буде неможливо.

Головними недоліками адаптивного тестування є дуже висока складність розробки. Таке тестування потребує, як великих трудовитрат на розробку самої системи, так і на створення самих тестів у відповідності до усіх критеріїв. Крім того перед використанням отриманої системи тестування вона потребує калібрування складності питань – випробовування всіх тестових завдань на досить великій групі людей з метою встановлення, на яке питання який відсоток людей відповів, щоб надалі правильно розставити значення складності. Тому було вирішено обрати з кожного з видів те, що має покращити систему тестувань при цьому не сильно підвищивши складність розробки та реалізації.

Проблеми оцінки відповідності людини необхідним критеріям здебільшого засновані на наявності фактору людини. Після проведення необхідних тестувань, оцінюючи результати за кожним з них, висновок робить відповідальна людина. Проте цей висновок заснований не на чітких критеріях, а лише на суб'єктивних знаннях та досвіді. Зокрема оцінити здатність до навчання значно складніше ніж просто рівень знань, тому навіть досвідчений професіонал може помилитись під час прийняття рішення. Також зазначене вище означає, що для оцінки результатів кожного тестування кожного разу необхідна відповідальна людина, яка могла б безпомилково оцінити результати.

Використання машинного навчання допомагає вирішити дані проблеми.

По-перше, завдяки навчанні на реальних даних, модель виявляє залежності кінцевого результату від вхідних даних. В такому разі правильно навчена модель зможе досить швидко та точно визначати результат навіть у тих випадках, коли експерт би сумнівався.

По-друге, відповідальна людина в такому випадку необхідна лише на етапі реалізації та тестування системи: для розмітки вхідних даних для навчання моделі, а також для оцінки результатів цього навчання. На етапі використання модель вже буде повністю самостійною та буде видавати результат без сторонньої допомоги.

2.2 Постановка задачі

За результатами аналізу предметної області, а також на основі визначених проблем, було сформовано вимоги до постановки задачі, яка має вирішити ці проблеми.

У створюваного додатку буде дві основні функції: тестування знань та аналіз результатів з метою встановлення значення здатності до навчання на основі параметрів зібраних під час тестування.

Використання комп'ютерного тестування, як методу оцінки знань, допоможе отримати точні результати без впливу сторонніх факторів, що присутні іншим методам. На основі аналізу існуючих методів тестування необхідно обрати найкращий варіант тестування, що мав би переваги існуючих методів, задовольняв би критерії можливості використання для поставленої задачі та при цьому не був би надто складним для реалізації. Використання машинного навчання допоможе визначити закономірності між результатами тестувань та іншими параметрами, завдяки чому значення результату буде засновано на чітких критеріях. Крім того це спрощує використання реалізованої системи позбавляючи від необхідності постійної присутності експерту з галузі, здатного не лише оцінити рівень знань, а ще й потенціал людини в подальшому вивченні.

3 МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ

3.1 Опис методів дослідження

Методи наукового дослідження поділяються на теоретичні та емпіричні. Теоретичні в свою чергу поділяються на: аналіз, синтез, індукція, дедукція, аналогія, абстрагування, конкретизація, системний аналіз та гіпотетичний метод [11].

В даній роботі використовуються наступні з методів:

– аналіз – метод, при якому відбувається вивчення об'єкта і його поділ на елементи: його властивості, характеристики, функції і т.д. Кожна з цих складових досліджується окремо;

– індукція – метод спрямований на формування загального висновку, зробленого на основі дослідження елементів однієї множини.

До теоретичних досліджень можна віднести вивчення та аналіз існуючих матеріалів за темами тестування, зокрема навчального, класифікації, а також застосування машинного навчання. Крім того сюди можна віднести підготовку експерименту та саме розробку моделі.

Основною метою теоретичного дослідження в даній роботі є аналіз існуючих методів тестування з метою вибору найбільш доцільного для вирішення поточної проблеми, визначення факторів, що впливають на здатність до навчання людини, їх аналіз, а також розробка моделі, яка за цими факторами визначатиме значення здатності людини до навчання.

Проаналізувавши існуючі види тестування у попередньому розділі було вирішено використати комбінований метод тестування, що поєднував би у собі ті переваги, що будуть корисними у даній роботі.

Було вирішено не використовувати адаптивне тестування, бо воно дуже сильно збільшує складність розробки системи, а у разі подальшого використання також і розробку системи тестів. Крім того варіативна тривалість тесту накладає додаткові вимоги до обробки параметрів, що будуть використовуватись у дослідженні. А динамічна складність означає, що у більшості випадків повторний

тест буде складніший за попередній, що суперечить поставленим вимогам.

Серед методів навчального тестування було обрано метод з демонстрацією правильних відповідей після завершення тестування. Адже варіант з нескінченним тестуванням не має критеріїв для завершення та виставлення оцінки, а питання можуть неодноразово повторюватись під час одного тестування.

Варіант з виконанням задачі та аналізом маршруту проходження було відкинуто через те, що велика кількість задач просто не мають розгалуження під час виконання, а це в свою чергу значно обмежує застосування системи. Обидва тестування мають бути рівної складності, проте для уникнення варіанту з запам'ятовуванням відповідей питання мають бути різними проте однієї складності. Це вирішується завдяки наявності декількох варіантів на кожне питання, як, наприклад, варіанти завдань під час контрольних робіт у школі.

Головною метою дослідження є визначення здатності до навчання людини і створення власне моделі для визначення цього параметру. Для цього будемо використовувати такі параметри, як кількість правильних відповідей, час проходження тесту, а також кількість використаних підказок.

На основі різниці цих значень до і після навчання ми і будемо робити висновки.

Необхідно ввести наступні метрики:

- С – кількість правильних відповідей даних людиною під час проходження тестування (шт.);
- Т – час витрачений людиною на проходження тестування (сек.);
- К – загальна кількість використаних підказок за час проходження тестування (шт.);
- Q – оцінка здатності людини до навчання(од.).

3.2 Етапи наукових досліджень

Перший етап дослідження полягає в проведенні попереднього контролю знань групи людей на основі результатів яких і буде навчатись модель.

Для цього необхідно також відібрати достатню кількість людей, що мають різний початковий рівень знань. Саме тестування проходиться безпосередньо у системі. Окрім власне результатів будуть вимірюватись також і час проходження, і кількість використаних підказок. Для проведення нашого експерименту ці дані будуть згенеровані таким чином, щоб результати генерації відповідали необхідним вимогам.

Другий етап дослідження полягає в навчанні людей з обраної групи за матеріалами з тієї ж теми, за якою і проводилось тестування. Головною метою є підвищення рівня знань та навичок. Особливо важливо, щоб кожен з групи навчався за однаковим підходом та всі отримували одні і ті ж знання. Це означатиме, що вплив на кожну людину був однаковий і за ідеальних умов всі навчилися б також однаково.

Третій етап наукового дослідження полягає в проведенні повторного тестування за тією ж темою. Саме тестування буде таке ж, як і випадку попереднього тестування для отримання коректної різниці знань до і після. Проте це не означає, що питання також будуть співпадати, адже тоді на результат може вплинути фактор запам'ятовування правильних відповідей. Для цього в системі на кожне питання присутні декілька варіантів подібних питань однієї складності. Вимірювання у цьому разі будуть такими ж, як і під час попереднього тестування.

Четвертий етап це збір та підготовка результатів обох тестувань для подальшого використання. Крім того за результатами кожній людині має бути встановлено значення її здатності до навчання обране екпертом. Це необхідно для того, щоб модель машинного навчання мала б бажані значення, які вона мала би видавати за отриманими вхідними даними.

П'ятий етап дослідження це власне навчання моделі на попередньо

отриманих даних. На цьому етапі буде обрано найбільш підходящий метод навчання, а після цього будуть визначені залежності результату від вхідних даних. Завдяки ML .NET Model Builder більшість цієї роботи на себе візьме саме фреймворк.

Шостий і останній етап даного дослідження – перевірка працездатності створеної моделі. Як правило тестуються моделі на таких даних, що не були використані при навчанні, проте доцільно також перевірити і співпадіння оцінок, що були виставленні експертом з тими, що надаватиме отримана модель. Крім того після завершення навчання ML .NET Model Builder надасть значення точності отриманої моделі.

3.3 Аналіз математичного апарату

Головною метою роботи є отримання моделі машинного навчання та перевірки її відповідності поставленій задачі. Для цього важливо обрати правильну математичну модель, що описувала б сутності, що існують у заданій галузі. Головним елементом є тестування, а особливо його результати та інші параметри, що нас цікавлять. Саме за ними буде визначатись здатність людини до навчання. Тому для дослідження будуть використовуватись параметри, що були вказані раніше, а саме:

C – кількість правильних відповідей, даних користувачем під час проходження тестування;

T – час, що було витрачено користувачем на проходження тестування;

K – загальна кількість підказок, що використав користувач під час проходження тестування;

Q – параметр, що показує здатність до навчання людини. Цей параметр буде визначатись, як функція, що залежить від результатів попереднього та повторного тестування:

$$Q = f(c1, c2, t1, t2, k1, k2),$$

де $c1$ – кількість даних правильних відповідей людиною під час попереднього тестування;

$c2$ - кількість даних правильних відповідей людиною під час повторного тестування;

$t1$ – час проходження попереднього тестування;

$t2$ – час проходження повторного тестування;

$k1$ – кількість використаних підказок людиною під час попереднього тестування;

$k2$ – кількість використаних підказок людиною під час повторного тестування;

Вид залежностей функції від параметрів, а також коефіцієнти будуть обрані моделлю машинного навчання таким чином, щоб вхідні дані максимально відповідали відповідним їм бажаним результатам при навчанні моделі, це забезпечить точність більшу ніж виведена вручну формула, а також буде застосовним для таких даних, що не використовувались під час навчання.

Проте можна впевнено сказати, що

$$Q \rightarrow \max$$

тоді, коли:

$$\begin{cases} c2 - c1 \rightarrow \max \\ t2 - t1 \rightarrow \min \\ k2 - k1 \rightarrow \min \end{cases}$$

Перший вираз у рівнянні означає, що здатність до навчання ти вище, чим більше було дано правильних відповідей під час повторного тестування в порівнянні з кількістю вірних відповідей на попередній тест. Це демонструватиме, що за час навчання, людина здобула нові знання і навчилась їх правильно використовувати.

Другий вираз показує, що очікується зменшення необхідного часу на виконання тесту, адже це демонструватиме, що людина впевненіша у своїх рішеннях і краще орієнтується у темі. Хоча вплив цього фактору ймовірніше буде меншим ніж попередній, адже час може і зрости через те, що під час попереднього тестування людина просто зовсім нічого не знала і тому швидко виконала тест не давши правильних відповідей. Встановити вірну залежність нам допоможуть алгоритми машинного навчання.

Останній вираз демонструє, що кількість підказок, що використовує людина під час проходження також зменшується, адже людині, що має власні знання в яких вона впевнена у більшості випадків непотрібна. Вплив цього фактору на остаточний результат визначити попередньо без машинного навчання також дуже складно.

4 ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ

4.1 Методологія проведення експерименту

Методологія експерименту визначає його структуру, постановку та послідовність дій, що виконуються, кожне з яких ґрунтується на сфері застосування. Суть експерименту в цій роботі навчити штучну модель та перевірити її застосовність для вирішення даної проблеми.

Для проведення експерименту необхідно вибрати набір даних, які описують знання людини за різними навиками. Такий набір даних буде отримано з існуючих вакансій на сайтах, але вагові коефіцієнти будуть скоректовані для отримання набору кандидатів з різним рівнем знань.

Для перевірки коректності роботи додатку буде проведено певну кількість спроб, використовуючи для кожної результати тестувань кандидатів з різним рівнем знань.

Для кожної такої спроби буде оцінено відповідність рекомендованого напрямку до очікуваного, а також рівень відповідності рекомендованому напрямку.

Після виконання попередніх пунктів залишається проаналізувати отримані результати та зробити висновки на їх основі.

4.2 Специфікація програмного забезпечення

Необхідно розробити систему для рекомендації найбільш підходящого напрямку на основі тестування знань. Основним функціоналом є: проведення тестування з адаптуванням рівня складності, оцінка тесту, встановлення рівня відповідності кандидату зазначеним вимогам, відображення статистики.

Для реалізації системи було обрано модель веб-додатку побудованого на платформі .NET, для створення моделі штучного навчання буде використано

фреймворк ML .NET.

Необхідний функціонал додатку формується на основі вимог користувача (той хто проходить тестування), а також адміністратора (роботодавця/спеціалісту з найму).

Вимоги з боку користувача:

- користувач повинен мати можливість авторизуватись у системі;
- користувач повинен мати можливість переглянути доступність тесту;
- користувач повинен мати можливість почати проходження тесту;
- користувач повинен отримувати варіанти питання, що встановлені для заданого номеру;
- користувач повинен отримати результат після проходження тесту;
- користувач повинен мати можливість переглядати «історію» пройдених тестів, яка складається з питань, що були отримані, а також обраних і правильних відповідей.

Вимоги з боку адміністратора:

- адміністратор повинен мати можливість переглянути список користувачів;
- адміністратор повинен мати можливість додати нового користувача до системи;
- адміністратор повинен мати можливість відкрити користувачу доступ до тесту;
- адміністратор повинен мати можливість переглянути статистику проходження тестів за окремим користувачем;
- адміністратор повинен мати можливість переглянути статистику проходження тестів для всіх користувачів;
- адміністратор повинен мати можливість переглянути прийняте системою рішення для користувача, який пройшов обидва тести;
- адміністратор повинен мати можливість отримати кращих кандидатів статистику за користувачами, що пройшли обидва тести.

4.3 Проведення експерименту

Для експерименту було використано чотирнадцять різних варіантів проходження тестування, які відповідають різним початковим рівням знань, а також різним значенням здатності до навчання. Розмір тесту – 20 питань.

Таблиця 4.1 – Результати експерименту

Попереднє тестування			Повторне тестування			Бажаний результат	Наявний результат
Кількість вірних відповідей, шт.	Час тесту, с	Кількість підказок, шт.	Кількість вірних відповідей, шт.	Час тесту, с	Кількість підказок, шт.		
0	1315	3	13	1795	5	0.75	0.816
2	1537	4	17	1868	6	0.95	0.967
4	1856	2	12	2079	1	0.6	0.578
4	2015	0	16	2152	0	0.8	0.808
6	1892	5	16	1974	2	0.75	0.732
7	1913	3	14	2063	4	0.5	0.556
8	2053	1	10	1879	3	0.35	0.301
10	2201	5	9	2154	1	0.15	0.142
10	1856	2	18	2079	1	0.65	0.617
13	2101	3	20	2469	2	0.65	0.573
14	2458	6	17	2131	4	0.5	0.438
15	1982	2	18	2159	4	0.33	0.374
17	2145	4	15	1951	5	0.1	0.148
18	2607	9	17	2311	2	0.25	0.241

За результатами експерименту видно, що вплив різниці у кількості правильних відповідей має найбільший вплив на результат значення здатності до навчання. Це очікуваний результат, адже саме цей параметр демонструє наскільки змінився рівень знань за час вивчення теми, а час проходження та використання

підказок є лише додатковими та вказують наскільки людина впевнена у своїх знаннях. Є певний недолік в виставленні моделі оцінок вище за одиницю, що не передбачалось на початку, проте значення вищі за 0,75 вже можна вважати показником досить талановитої людини. В цілому ж отримані результати є досить близькими до оцінки виставленої експертом, а це означає, що їх можна вважати коректними, а модель застосовною для використання для рішення даної задачі.

4.4 Аналіз результатів експерименту

Розглянемо декілька ключових результатів експериментів, що вказують на особливості роботи системи та мають бути враховані при використанні.

По-перше, для людей, що мали сильно низький рівень знань до початку навчання і отримали близький до максимального бал за повторний тест, значення здатності до навчання виставляється вище за одиницю, що передбачалось максимальним значенням. Було визначено, що максимальне значення з урахуванням можливих значень результатів тестування, часу проходження та можливої кількості підказок близьке до 1.5, проте не варто його нормувати простим діленням, адже середні результати мають значення близькі до очікуваних.

По-друге, люди з високим початковим рівнем знань в результаті отримують не надто високі значення здатності до навчання. Таку поведінку моделі легко пояснити тим, що різниця результатів тестувань у таких людей не надто висока і на результат в такому випадку впливають час проходження та кількість використаних підказок, проте ці фактори не мають такого сильного впливу на остаточний результат.

По-третє, при однаковій різниці факторів повторного та попереднього тестування, людина, що мала більшу кількість правильних відповідей на попередньому тестуванні отримає оцінку здатності до навчання. Такі результати також очікуванні, тому що більший початковий результат означає, що за час

навчання було засвоєно більш складні аспекти теми, в той час, як більш слабка з початку людина, хоча і так само покращила результат за тест, скоріш за все зробила це за рахунок відповідей на більш прості запитання. Якщо б ми використовували звичайну різницю результатів тестувань, то оцінка здатності до навчання в такому разі була б однаковою, що не є правильною поведінкою.

Підводячи підсумок, можна сказати, що система гарно справляється з задачею пошуку нових талантів, а от для оцінки досвідчених кандидатів не є найкращим вибором. Якщо порівнювати з існуючими системами визначення здатності до навчання, то в них висока оцінка не є достатньою умовою талановитого індивіду, тому їх основне призначення відсів слабких кандидатів. Натомість в реалізованій системі навпаки – низький результат не означає слабкість кандидату і неможливість його подальшого розвитку у сфері, а навпаки вказує на талановитіших людей, які за короткий час значно покращили свої знання і теоретично мають дуже високий потенціал подальшого розвитку.

5 ОПИС ПРОГРАМНОЇ СИСТЕМИ

5.1 Обґрунтування середовища розробки

Для реалізації даної системи необхідно було обрати технології для двох головних частин: веб-додатку та моделі штучного навчання. Крім вимог окремо до кожної з них є дуже важлива вимога до сумісності обраних технологій. Тому було вирішено обрати розробки від компанії Microsoft: ASP .NET Core для створення веб-додатку та ML .NET для створення та навчання моделі штучного інтелекту.

ASP .NET Core – платформа призначена для зручної розробки веб-додатків від невеликих додатків до великих веб-порталів. Дана фреймворк є кросплатформним, що дозволяє запускати створенні веб-додатки не лише під операційною системою Windows, а також і на Linux чи Mac OS. Модульність фреймворку дозволяє використовувати лише необхідні компоненти, що значно зменшує розмір додатку [12].

Також фреймворк має значну кількість додаткових функцій, що значно спрощують розробку. Так, наприклад, tag-helper'и полегшують розробку клієнтської частини. Їх головне призначення – органічне поєднання розмітки веб-сторінки з кодом C#, завдяки цьому код сторінок стає більш чітким та зрозумілим.

ML .NET – це безкоштовний, кросплатформний фреймворк машинного навчання з відкритим кодом розроблений для використання на платформі .NET. Даний фреймворк дозволяє створювати, навчати та використовувати власні моделі машинного навчання з використанням мов програмування C# та F#. ML.NET включає такі функції, як автоматизоване машинне навчання (AutoML) та інструменти, такі як ML.NET CLI та ML.NET Model Builder, які роблять інтеграцію машинного навчання у створювані програми ще простішою.

В якості середовища розробки використовується Visual Studio 2019. Дане середовище має весь необхідний функціонал для розробки та тестування додатків. Технології як IntelliSense та ReSharper дозволяють значно полегшити написання коду, а також допомагають тримати його чистим.

5.2 Архітектура програмної системи

Реалізована система використовує класичну архітектуру ASP .NET додатків, а саме модель MVC.

MVC – архітектурний шаблон, що передбачає розділення додатку на три основні групи компонентів: моделі, представлення та контролери. Цей шаблон допомагає досягнути принципу розподілу задач. При використанні даного шаблону запити користувача спрямовуються до необхідного контролеру, що працює з відповідною моделлю, для виконання дій користувача та/або отримання результатів запитів. Контролер обирає представлення, яке буде відображено користувачу і за потреби передає йому дані моделі.

На рисунку 5.1 показана діаграма зв'язків головних компонентів у MVC.

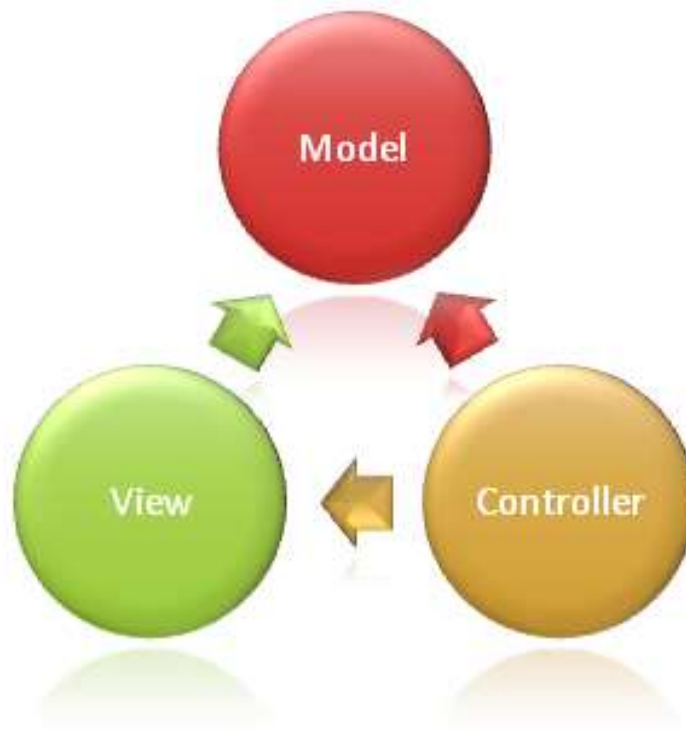


Рисунок 5.1 – Діаграма зв'язків головних компонентів

Розподіл задач допомагає масштабувати додаток з точки зору складності. Набагато легше програмувати, відлагоджувати та тестувати компонент (модель,

представлення або контролер), який створено для однієї задачі [13]. І набагато важче робити ці дії, коли всі елементи програми пов'язані між собою. Так, наприклад, користувацький інтерфейс змінюється набагато частіше за бізнес логіку, і якщо б кожна зміна у інтерфейсі вимагала б втручання, то це б значно сповільнило б розробку, вимагало б постійного тестування бізнес логіки після кожної невеликої зміни у інтерфейсі [14].

Model – модель відповідає за стан додатку та будь-яку бізнес логіку у ньому. Бізнес логіка має бути включена у модель разом із логікою збереження стану додатку. Строго типізовані представлення здебільшого використовують елементи ViewModel для відображення даних моделі.

View – представлення відповідає за відображення змісту за допомогою користувацького інтерфейсу. ASP .NET Core використовує двигун представлень Razor для вбудовування коду на мові програмування C# у HTML розмітку. У представленні повинно бути якомога менше логіки виконання додатку.

Controller – контролер це компонент, що обробляє взаємодію користувача з додатком, працює з моделями, а також обирає представлення для відображення. У додатку побудованому за шаблоном MVC представлення лише відображає інформацію, контролер обробляє та реагує на взаємодію користувача. Важливо не перевантажувати контролер логікою виконання, задля розвантаження контролерів бізнес логіка має бути перенесена до моделі.

Перевагами використання архітектурного патерну MVC є такі моменти.

Швидший процес розробки. MVC підтримує швидкий і паралельний розвиток. Якщо модель MVC використовується для розробки будь-якого конкретного веб-додатку, можливо, один програміст може працювати над поданням, тоді як інший може працювати над контролером, щоб створити бізнес-логіку веб-програми. Отже, таким чином, програма, розроблена за допомогою моделі MVC, може бути виконана втричі швидше, ніж програми, розроблені з використанням інших схем розробки.

Підтримка асинхронної техніки. Архітектура MVC також може інтегруватися з JavaScript Framework. Це означає, що програми MVC можна змусити працювати

навіть з файлами PDF, веб-переглядачами для певного сайту, а також із віджетами на робочому столі. MVC також підтримує асинхронну техніку, яка допомагає розробникам розробляти програми, які завантажуються дуже швидко.

Модифікація не впливає на всю модель. Для будь-якого веб-додатка користувальницький інтерфейс, як правило, змінюється частіше, ніж навіть ділові правила компанії-розробника .net. Очевидно, що ви часто вносите зміни у свій веб-додаток, наприклад, змінюючи кольори, шрифти, макети екрану та додаючи нову підтримку пристроїв для мобільних телефонів або планшетів. Більше того, додавати новий тип подання дуже просто в шаблоні MVC, оскільки частина Модель не залежить від частини видів. Тому будь-які зміни в Моделі не вплинуть на всю архітектуру.

Модель MVC повертає дані без форматування. Шаблон MVC повертає дані без застосування будь-якого форматування. Отже, одні й ті ж компоненти можуть бути використані та викликані для використання з будь-яким інтерфейсом. Наприклад, будь-який тип даних може бути відформатований за допомогою HTML, але він також може бути відформатований за допомогою Macromedia Flash або Dream Viewer.

Платформа для розробки SEO. Платформа MVC підтримує розробку веб-сторінок чи веб-додатків, зручних для SEO. Використовуючи цю платформу, дуже легко розробити SEO-зручні URL-адреси, щоб генерувати більше відвідувань від конкретної програми. Ця архітектура розробки зазвичай використовується в тестових програмах розробки. Більше того, мови сценаріїв, такі як JavaScript та jQuery, можуть бути інтегровані з MVC для розробки багатofункціональних веб-додатків.

Для реалізації клієнтської частини було використано стандартний підхід з використанням HTML та JavaScript. Такий підхід було обрано через низькі вимоги до функціоналу на стороні клієнта, а також задля спрощення процесу розробки.

5.3 Інтерфейс користувача

Інтерфейс користувача не менш важлива частина програмної системи ніж будь-яка інша. Саме через нього користувач взаємодіє з усією системою та отримує результати. Зручність та інтуїтивність інтерфейсу визначає наскільки комфортно буде користуватись системою і чи захоче користувач ще колись знов використовувати дану систему. Погано спроектований інтерфейс в свою чергу може призвести до того, що деякі з функцій користувач взагалі не зможе використовувати або не знайде, а інші вважатиме незручними.

І хоча в даній системі до сторони клієнта не має жорстких вимог, інтерфейс все одно має бути зручним та зрозумілим.

Особливу увагу необхідно приділити реалізації сторінки з питанням тесту, адже саме цю сторінку буде бачити користувач на протязі більшості часу.

Основними елементами цієї сторінки є:

- власне питання чи постановка задачі;
- декілька варіантів відповідей;
- кнопка «відповісти»;
- кнопка виклику підказки;
- спливаюче вікно з підказкою, що буде показано при натисканні попередньо зазначеної кнопки;
- таймер, що показуватиме час від початку тестування;
- кнопка «завершити тестування» на останньому питанні тесту.

Крім вимог до наявності даних елементів також є і вимоги до їх розташування та вигляду. Так основну частину сторінки має займати питання і варіанти відповідей, на них має бути сконцентрована увага користувача. Кнопки «Відповісти», «Підказка» та «Завершити тест» мають бути легкодоступними і помітними, проте не повинні відволікати користувача в ті моменти, коли вони непотрібні. Таймер має знаходитись в стороні, як побічний та маловажливий елемент, його присутність зумовлена тим, що деяким людям важливо бачити

скільки часу вони витрачають на питання, а також буде нагадувати про те, що час також враховується як результат, але не має весь час бути перед очима, щоб не завдавати зайвого стресу тому, хто проходить тестування.

Знімок екрану сторінки проходження тесту продемонстровано на рисунку 5.2.

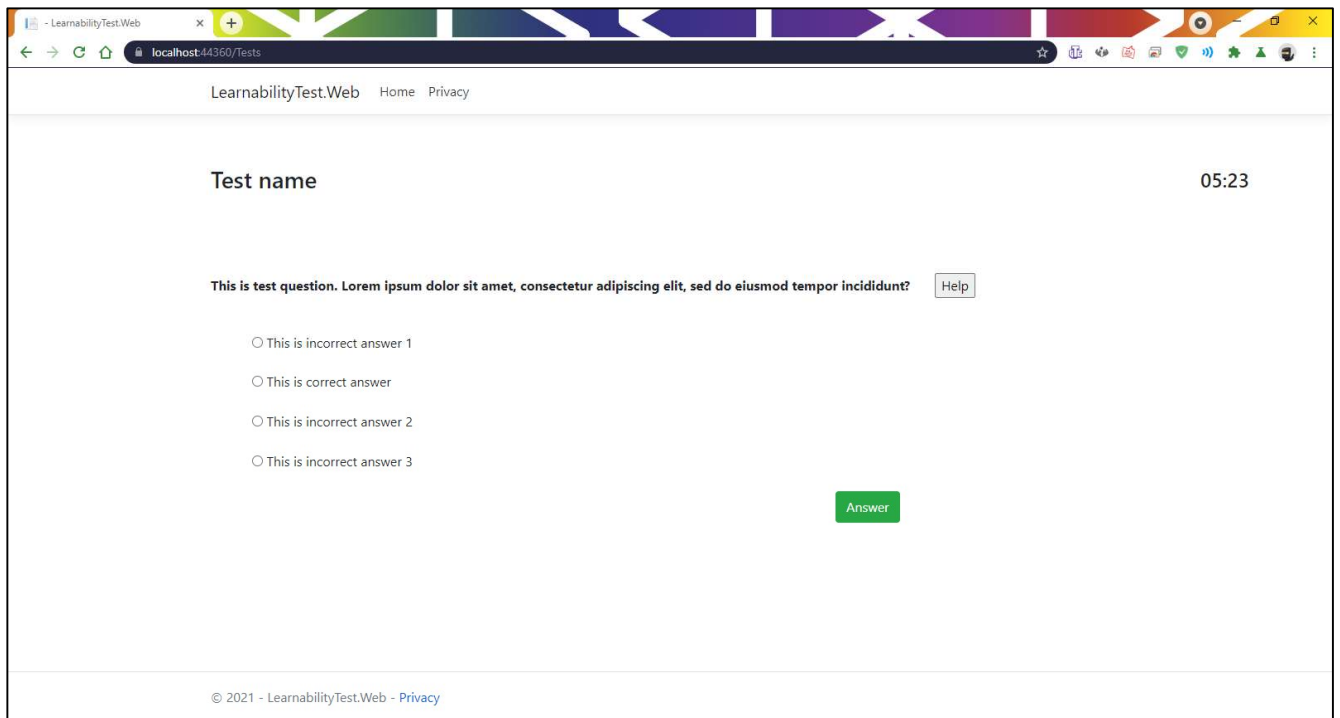


Рисунок 5.2 – Вікно проходження тесту

Після завершення тестування користувачу демонструються кількість правильних відповідей та витрачений час, а також всі питання з відмітками правильних та даних відповідей.

6 РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

За результатами роботи було проаналізовано існуючі методи навчального тестування, а також можливості застосування машинного навчання для аналізу результатів проходження тесту та для визначення здатності до навчання людини.

Було визначено, що кожен з існуючих методів навчального тестування має свої переваги та недоліки. В результаті було вирішено використати комбінований підхід, що найбільше підходив би для вирішення нашої проблеми.

Від адаптивного тестування було вирішено відмовитись через велику складність розробки, а також через невідповідність деяким з критеріїв експерименту і необов'язкове ускладнення підрахунку метрик, що використовуються у експерименті.

Дані проходження обох тестувань були згенеровані таким чином, щоб змодельовати тестову групу людей, що мала б різний початковий рівень знань та по різному б засвоювала нові знання.

Створена модель машинного навчання показала задовільний результат на змодельованих даних. Для подальшого покращення моделі необхідне дослідження вже на реальних умовах, проте навіть отримані результати показують, що отримана система має потенціал для використання.

Запропонований підхід може бути використаний у багатьох сферах без суттєвої зміни. Отриманий прототип системи потребує тестового використання у реальному середовищі для корегування конфігурації та недоліків, що можуть бути виявлені при реальній роботі. Для покращення роботи моделі машинного навчання доцільно також після проведення всіх етапів на реальних даних також провести повний етап навчання і остаточний тест рівня знань. Надалі на основі отриманих даних ще раз виставити значення здатності до навчання і на основі цього скорегувати модель ще раз.

У подальшому до системи можна додати також і модуль самого навчання. Це

не буде складним моментом, через використання моделі окремим модулем, тому система навчання може бути також вбудовано окремим модулем. Крім того під час навчання також можна вимірювати певні параметри, якими можна доповнити модель штучного навчання, що дозволило б підвищити точність отримуваних результатів.

Також важливо зазначити, що високий результат у системах оцінки здатності до навчання є лише необхідним фактором, а не достатнім, тому такі системи більше застосовні для відсіювання тих, хто нездатний навчатись, а не обирати підходящих кандидатів.

Загалом можна зробити висновок, що визначення здатності до навчання ще досить слабо розвинена тема. Існуючі наразі методики тестування здатності до навчання та спеціальних здібностей повністю орієнтовані на психологічні аспекти та так звані *soft skills*. А розвиток сфери тестування здебільшого спрямований саме на контроль знань та проведення тестування, а не аналіз результатів. Тому вдосконалення та винайдення нових методів, що дозволили б у короткий час з'ясувати наскільки ймовірно людина може засвоїти певний матеріал будуть актуальними і у подальшому.

ВИСНОВКИ

В ході роботи ми ознайомились з існуючими проблемами у сфері визначення здатності до навчання у людини. Також було проаналізовано методики навчального тестування, існуючі роботи подібної тематики та методи, що в них використовуються.

На основі цього було визначено основні фактори, що вказують на рівень здатності людини до навчання та методи отримання їх значення на основі проведення тестування.

Після чого було поставлено задачу та визначено основні вимоги до розроблюваної системи. Також було визначено математичну модель за допомогою якої б можна було б оцінити коректність роботи системи.

В результаті було розроблено програмну систему для визначення спеціальної здатності до навчання, шляхом використання методів навчального тестування.

Провівши експеримент на проаналізувавши отримані результати було зроблено висновок, що подібний підхід має потенціал до застосування, проте має бути поєднаний з класичним контролем знань для отримання цілісних результатів. В цілому можна сказати, що найкраще система показує себе у ролі пошуку потенціальних талантів серед тих, хто зовсім не знайомий з темою, шляхом короткого навчання. Для застосування на більш опитних кандидатах необхідно або створення додаткового більш складного тесту, або визначення нових критеріїв, бо високий початковий результат відповідно зменшує максимальний потенціал людини, що в результаті зменшує його остаточну оцінку здатності до навчання, через неможливість визначити найвищу точку потенціалу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Швачич Г.Г. Сетевая технология диагностики знаний.
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/setevaya-tehnologiya-diaagnostiki-znaniy/viewer>
(дата звернення: 27.03.2021)
2. Адаптивное тестирование – Stepic URL:
<https://welcome.stepik.org/adaptivetest> (дата звернення: 29.03.2021)
3. 100. Обучаемость, или способность к обучению URL:
<https://studfile.net/preview/1905711/page:16/> (дата звернення: 12.04.2021)
4. Специальные профессиональные способности URL:
<http://azps.ru/handbook/s/spec797.html> (дата звернення: 01.04.2021)
5. 3 Advantages Of Machine Learning URL: <https://startup.info/advantages-of-machine-learning/> (дата звернення 02.04.2021).
6. Э. Ф. Зеёр, В. В. Калинин. Диагностика обучаемости как фактор индивидуализации и дифференциации учебно-воспитательного процесса в вузе.
URL: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/21233/1/miipo_1988_10.pdf (дата звернення: 03.04.2021)
7. Гейн А.Г., Некрасов В.П. Компьютерные обучающие тесты как средство диагностики развития метакогнитивных компетенций. // XI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «НОВЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗЕ»
8. Мансур А., Мохаммад Ж., Галушка В.В. Применение методов интеллектуального анализа данных при разработке системы классификации компетентностей студентов для web-сайта университета. // Инженерный вестник Дона, №2 (2018)
9. А. П. Григорьев, В. Я. Мамаев. О применении нейронных сетей в тестировании знаний. URL: <http://iairas.ru/mag/2016/full4/Art7.pdf> (дата звернення: 03.04.2021)
10. Назаров А. С., Николаенко В. Д. Использование алгоритмов

машинного обучения для анализа результатов тестирования. Results of modern scientific research and development, Madrid, Spain. 2-4 May 2021

11. Методы исследования: что такое и какие бывают URL: <https://www.gd.ru/articles/11685-metody-issledovaniya> (дата звернения 12.04.2021)

12. ASP.NET. Open-source web framework for .NET URL: <https://dotnet.microsoft.com/apps/aspnet> (дата звернения: 18.04.2021)

13. Turevska, O. , Shubin, I. Improving the automated testing of Web-based services by reflecting the social habits of target audiences // 2015 Information Technologies in Innovation Business Conference, ITIB 2015 - Proceedings, 2015, с. 93-96, 7355062

14. ASP.NET MVC 5. Введение в создание сайтов URL: <https://metanit.com/sharp/mvc5/1.1.php> (дата звернения: 21.04.2021)