


Хмельницький національний університет
Факультет інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук

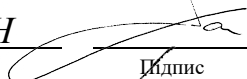
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

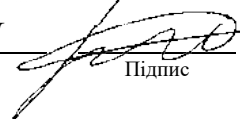
на тему Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії
здобувачів вищої освіти


Галузь знань 12 – Інформаційні технології
Шифр і назва галузі знань

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
Шифр і назва спеціальності

Виконав: студент 2 курсу, група КНм-21-1  А.С. Малайко
Підпис Ініціали, прізвище

Керівник: к.т.н., доцент кафедри КН  О.А. Пасічник
Підпис Ініціали, прізвище

Нормоконтроль: к.т.н., доцент кафедри КН  Р.О. Багрій
Підпис Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри КН, д.т.н., професор  О.В. Бармак
7 грудня 2022 р. Підпис Ініціали, прізвище

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних наук

Освітній ступінь магістр

Галузь знань 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри комп'ютерних наук



(підпис)

д.т.н., професор О.В. Бармак

«01» вересня 2022 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

1. Тема кваліфікаційної роботи магістра: «Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти»
2. Завдання видано студенту Малайку Андрію Сергійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)
3. Керівник роботи к.т.н., доцент Пасічник Олександр Анатолійович
4. Затверджені наказом університету від «21» липня 2022 р. № 83
5. Зміст пояснювальної записки (перелік задач) та вихідні дані:

Мета кваліфікаційної роботи – створення методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти із представленою обробкою, зберіганням та доступом до інформації щодо змісту освітньої програми в частині обов'язкових та вибіркових навчальних дисциплін, що дозволить реалізувати алгоритм побудови освітньої траєкторії за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Реферат

Кваліфікаційна робота магістра присвячена розробці методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти у вигляді інформаційної системи.

Актуальність теми. Питання оптимізації освіти як загалом, так і частково на слуху вже досить тривалий період часу. Держава, а також окремі представники освіти прагнуть досягти оптимізації та покращення функціонування освітніх закладів і наукових установ. Зазвичай слово оптимізація пов'язують зі скороченням, під яким мають на увазі зменшення кількості кадрів, або їх фінансування. До даного переліку можна також віднести економію, припинення роботи або об'єднання навчальних закладів тощо. Все це підтверджує, що люди в управлінні, які затверджують схожі рішення, а також журналісти та експерти, які їх обговорюють, переважно не мають уявлення про справжню оптимізацію.

В області прийняття рішень зазвичай оптимізацію пов'язують зі словами мінімізація або максимізація кінцевого результату, за який можна вважати певну мету, цільові функції, критерії ефективності за допомогою коректно сформованого розподілу присутніх ресурсів. Якщо повернутись до сфери управління освітою, то тут в якості кінцевого результату може бути ціна підготовки фахівців, якість освіти, терміни виконання проектів та тому подібне. Попри це важливо розуміти – відсутність мети, її невизначеність або відсутність бачення кінцевого результату, який прагнеться досягти, і який не включає раніше зазначеного скорочення та закриття, все це призведе до відсутності бажаної оптимізації. Тому принципово необхідно розуміти, що оптимізація не є будь-яким покращенням, а є досягненням найкращого з можливих варіантів за присутніх умов результату.

Отже, розуміння поняття оптимізації є ключовим моментом для обрання методу, який буде здатен побудувати оптимальну освітню траєкторію для здобувачів вищої освіти. Для здійснення цієї мети, необхідно виконати аналіз існуючих методів оптимізації, які відповідно можуть бути застосованими для даної сфери, та які будуть здатні змінити її у кращу сторону [1].

Мета і задачі роботи. Мета кваліфікаційної роботи полягає в створенні методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти із представленою обробкою, зберіганням та доступом до інформації щодо змісту освітньої програми в частині обов'язкових та вибіркових навчальних дисциплін, що дозволить реалізувати алгоритм побудови освітньої траєкторії за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі-дослідження:

- проведення аналізу методів оптимізації;
- проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань;
- побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills;
- виконання алгоритмічної та програмної реалізації методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критерієм повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

Об'єкт дослідження – процес побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

Предмет дослідження – моделі, алгоритми та засоби для створення методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених задач: проведення аналізу методів оптимізації – методи оптимізації, системний аналіз; проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань – законодавство та стандарти вищої освіти України, методи функціонального аналізу; системний аналіз; побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти – методи системного та функціонального аналізу, методи оптимізації; для побудови інформаційної моделі побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої

освіти – методи, методології проектування програмних систем та об'єктно-орієнтований підхід; для програмної реалізації методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти – методології проектування програмних систем та об'єктно-орієнтований підхід.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті проведеної кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

– вперше запропоновано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills. В результаті проведених досліджень було створено застосування відносно побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації. Основні наукові та практичні результати опубліковані в науковому виданні МОН України:

За темою кваліфікаційної роботи магістра автором виконано одну наукову публікацію.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 17 найменувань та 4 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 105 сторінок, з них 84 сторінки основного тексту та 21 сторінка додатків. У роботі наведено 56 рисунків.

Ключові слова: перелік, дисципліна, компетентність, кредити, метод, побудова, освітня траєкторія.

Зміст

Перелік скорочень	3
Вступ	4
1 Характеристика предметної області та постановка задачі.....	7
1.1 Принципи формування освітньої траєкторії	7
1.2 Аналіз існуючого програмного забезпечення предметної області	11
1.3 Методи оптимізації та їх можливе застосування.....	19
1.4 Постановка задачі.....	23
1.5 Висновки до першого розділу.....	24
2 Метод побудови індивідуальної освітньої траєкторії та його оптимізація.....	25
2.1 Структура методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії	25
2.2 Побудова індивідуальної освітньої траєкторії	28
2.3 Оптимізація індивідуальної освітньої траєкторії	37
2.4 Висновки до другого розділу	41
3 Програмна реалізація	42
3.1 Опис інформаційної системи	42
3.2 Структура і функціональне призначення модулів системи та їх взаємозв'язок.....	48
3.3 Розробка програмних модулів	52
3.4 Висновки до третього розділу.....	54
4 Апробація програмної інформаційної системи.....	55
4.1 Порядок використання інформаційної системи.....	55
4.2 Апробація методу на прикладі спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки»	58
4.3 Апробація методу на прикладі спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».....	68
4.4 Висновки до четвертого розділу.....	75
Висновки	76
Перелік посилань.....	78
Додатки	

Перелік скорочень

Скорочення, термін, позначення	Пояснення
ІОТ	Індивідуальна освітня траєкторія
ІОМ	Індивідуальний освітній маршрут
ІОП	Індивідуальна-освітня програма
ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
ОД	Обов'язкова дисципліна
ВД	Вибіркова дисципліна
ЗК	Загальна компетентність
СК	Спеціальна компетентність
ІС	Інформаційна система
БД	База даних
CRUD	Create Read Update Delete
HTML5	HyperText Markup Language 5
SCSS3	Syntactically Awesome Style Sheet надмножина Cascading Style Sheets 3

Вступ

Актуальність теми. Питання оптимізації освіти як загалом, так і частково на слуху вже досить тривалий період часу. Держава, а також окремі представники освіти прагнуть досягти оптимізації та покращення функціонування освітніх закладів і наукових установ. Зазвичай слово оптимізація пов'язують зі скороченням, під яким мають на увазі зменшення кількості кадрів, або їх фінансування. До даного переліку можна також віднести економію, припинення роботи або об'єднання навчальних закладів тощо. Все це підтверджує, що люди в управлінні, які затверджують схожі рішення, а також журналісти та експерти, які їх обговорюють, переважно не мають уявлення про справжню оптимізацію.

В області прийняття рішень зазвичай оптимізацію пов'язують зі словами мінімізація або максимізація кінцевого результату, за який можна вважати певну мету, цільові функції, критерії ефективності за допомогою коректно сформованого розподілу присутніх ресурсів. Якщо повернутись до сфери управління освітою, то тут в якості кінцевого результату може бути ціна підготовки фахівців, якість освіти, терміни виконання проектів та тому подібне. Попри це важливо розуміти – відсутність мети, її невизначеність або відсутність бачення кінцевого результату, який прагнеться досягти, і який не включає раніше зазначеного скорочення та закриття, все це призведе до відсутності бажаної оптимізації. Тому принципово необхідно розуміти, що оптимізація не є будь-яким покращенням, а є досягненням найкращого з можливих варіантів за присутніх умов результату.

Отже, розуміння поняття оптимізації є ключовим моментом для обрання методу, який буде здатен побудувати оптимальну освітню траєкторію для здобувачів вищої освіти. Для здійснення цієї мети, необхідно виконати аналіз існуючих методів оптимізації, які відповідно можуть бути застосованими для даної сфери, та які будуть здатні змінити її у кращу сторону [1].

Мета і задачі роботи. Мета кваліфікаційної роботи полягає в створенні методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти із представленою обробкою, зберіганням та доступом до інформації щодо змісту

освітньої програми в частині обов'язкових та вибіркових навчальних дисциплін, що дозволить реалізувати алгоритм побудови освітньої траєкторії за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі-дослідження:

- проведення аналізу методів оптимізації;
- проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань;
- побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills;
- виконання алгоритмічної та програмної реалізації методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критерієм повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

Об'єкт дослідження – процес побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

Предмет дослідження – моделі, алгоритми та засоби для створення методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

Методи дослідження, застосовані для вирішення поставлених задач: проведення аналізу методів оптимізації – методи оптимізації, системний аналіз; проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань – законодавство та стандарти вищої освіти України, методи функціонального аналізу; системний аналіз; побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти – методи системного та функціонального аналізу, методи оптимізації; для побудови інформаційної моделі побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої

освіти – методи, методології проектування програмних систем та об'єктно-орієнтований підхід; для програмної реалізації методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти – методології проектування програмних систем та об'єктно-орієнтований підхід.

Наукова новизна одержаних результатів. В результаті проведеної кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

– вперше запропоновано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills. В результаті проведених досліджень було створено застосування відносно побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра та публікації. Основні наукові та практичні результати опубліковані в науковому виданні МОН України:

За темою кваліфікаційної роботи магістра автором виконано одну наукову публікацію.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота магістра складається з завдання, реферату, змісту, переліку скорочень, вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань із 17 найменувань та 4 додатків. Загальний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 105 сторінок, з них 84 сторінки основного тексту та 21 сторінок додатків. У роботі наведено 56 рисунків.

1 Характеристика предметної області та постановка задачі

1.1 Принципи формування освітньої траєкторії

Кожен студент, який вступає до університету за замовчуванням погоджується на обов'язковий компонент освітньої програми підготовки фахівця обраної спеціальності. Це рахується так званою подушкою безпеки для будь-якого студента. Попри це у вступників можуть виникати бажання вивчати конкретні предмети більше за інші, а деякі предмети їх взагалі можуть не цікавити з початку навчання. По цій причині, крім безмірної кількості пропозицій нестандартної освіти, існують дисципліни за вибором.

Можливість вільно обирати для студента – відкритий шлях для формування індивідуальної освітньої траєкторії. Така методика одночасно викликає інтерес в усіх учасників освітнього процесу, адже у студентів з'являється можливість поглибити HardSkills, що говорить про фундаментальний шлях засвоєння певної професії. В свою чергу викладачі будуть отримувати задоволення та радість від роботи з мотивованою аудиторією. Сама процедура самостійного вибору дисциплін студентом сприяє розвитку SoftSkills, куди належить: міжособистісне спілкування, управління часом, навички переконування, креативності та роботи в команді [2].

Навчальні програми які використовуються в університетах, школах та інших навчальних закладах повинні бути схожими до навчання, яке проходить кожна людина протягом свого життя. Методи повинні бути унікальними, щоб кожен з нас міг навчатися якомога краще. Головний принцип самостійного навчання полягає в тому, що від народження і до смерті ми живемо навчанням: спочатку вчимося працювати, потім добре жити, і нарешті змінювати ситуацію. Навчання є природнім процесом, окресленим як історією нашого виду, й нашою історією як особистостей. Наш успіх залежить від діапазону, глибини і якості навчання яке ми отримуємо [3].

Індивідуальна освітня траєкторія є тим поняттям, яке може розглядатись не лише як індивідуальний шлях реалізації особистісного потенціалу студента в освіті, але й як програма, над розробкою якої працювали викладач та студент. Така програма

відображає розуміння студентом цілей та цінностей суспільства, загального утворення власної освіти, наочної спрямованості освітніх інтересів й необхідності їх поєднання з суспільними потребами. Сюди можна віднести результати самостійного вибору змісту та форм освіти, що відповідають його індивідуальному стилю вчення та спілкування [4].

Індивідуалізацією освітнього процесу можна вважати спосіб забезпечення кожного студента правом та можливостями на створення унікальних освітніх цілей та завдань, які будуть входити до власної освітньої траєкторії. Обрання, побудова та реалізація індивідуальної освітньої траєкторії розвивають у студента саме ті якості індивіда, які потребує сучасний соціум.

Досить важливо визначити співвідношення індивідуальної освітньої траєкторії з іншими суміжними поняттями, серед яких – індивідуальний освітній маршрут, індивідуальна освітня програма та індивідуальна траєкторія розвитку.

Індивідуальна освітня програма – є програмою освітньої діяльності студента, вона спрямована на його особистий, професійний розвиток. Така програма розробляється та реалізовується тьютором – тим хто навчається, формує та реалізовує в рамках тьюторського супроводження індивідуальну освітню програму. Роль тьютора відіграє викладач, який супроводжує такий процес побудови та реалізації індивідуальної освітньої програми. Участь тьютора в процесі створення індивідуальної освітньої траєкторії є досить важливим, саме він визначає нормативні рамки, за які не слід виходити тьюторанту, він також здатен виконувати своєчасну навігацію можливих шляхів для нього, та при необхідності надавати йому допомогу і підтримку.

Таким чином формується нерозривний зв'язок поняття індивідуальної освітньої програми з тьюторським супроводом ментора, який забезпечує допомогу і підтримку тому, хто навчається, але при цьому він не визначає за нього шлях для подальшого розвитку. В даному випадку виділяється роль студента як суб'єкта освітнього процесу, який відштовхується від своїх власних здібностей та прагнень, створюючи свою власну програму освіти.

Індивідуальну освітню траєкторію можна охарактеризувати як просторово-часову, вона відображає сліди руху студента, який розвивається через фіксації змісту його проб та досвіду, певних досягнень на шляху здобуття професійних знань та характеристик освітнього процесу, що забезпечує педагогічне прогнозування та реалізації тьюторського проекту [5].

Щодо індивідуального освітнього маршруту, то він рахується диференційованою освітньою програмою, яка планомірно проектується і забезпечує здобувачу освіти роль суб'єкта вибору, надає можливість створення й реалізації освітньої програми під час здійснення викладачами педагогічної підтримки самовизначення і самореалізації. Такий маршрут передбачає побудову освітньої програми для кожного студента. Увага зорієнтована на позиції людини, яка навчається: вона самостійно формує власну освітню програму. У цьому процесі ментор лише допомагає визначитись з вибором власного шляху розвитку, і також реалізувати обраний освітній маршрут.

Фактично ІОТ пов'язана з введенням в освітній процес кредитно-модульної системи, яка ґрунтується на поєднанні модульних технологій та використання залікових одиниць. При порівнянні поняття ІОТ з поняттям ІОМ, дослідники прийшли до висновку, що індивідуальна освітня траєкторія є складним загальним поняттям, що прийшло в область педагогіки з науки про фізику. Воно має більш глибоке тлумачення, ніж поняття ІОМ. Ґрунтуючись на такому висновку, побудова індивідуальної освітньої траєкторії нараховує кілька напрямків реалізації:

- змістовний, куди входять різноманітні навчальні плани й освітні програми, які формують індивідуальний освітній маршрут;
- діяльнісний, включає особливі педагогічні технології;
- процесуальний, відображає організаційний аспект [6].

Слід відмітити, що педагогічні аспекти процесу індивідуалізації розглядаються в межах когнітивної й особистісно зорієнтованої парадигми. Межі когнітивної парадигми вважають індивідуалізацію як індивідуальний підхід до учня, його особливостей, властивостей характеру й темпераменту в процесі навчання. До

меж особистісно зорієнтованої парадигми в сучасній педагогіці затверджується так званий підхід багато парадигматичної кооперації.

Оскільки індивідуально-освітня розглядається як освітня програма, є важливим обумовлення позицій, з яких досліджується освітня програма. Повертаємося до того, що індивідуальна освітня програма – це один з можливих проектів навчальної діяльності студента. Побудова ІОП пропонується студентові для осмислення свого індивідуального освітнього маршруту.

Освітня програма дозволяє реалізувати принцип особистісної орієнтації освітнього процесу шляхом визначення умов, які сприяють досягненню студентами з різними освітніми потребами і можливостями встановленого стандарту освіти при розгляді з боку організаційно-управлінського знання. При розгляді з іншого боку, освітня програма набуває форми індивідуальної траєкторії студента, що створюється з урахуванням його індивідуальних особливостей. Визначення освітньої програми як індивідуальної траєкторії, є її першочерговою характеристикою, яка дозволяє представити освітню програму як своєрідну модель способу досягнення освітнього стандарту, у випадках коли вибір способу реалізації стандарту залежить від індивідуальних особливостей кожного студента [7]. Таким чином поняття освітньої програми відображає ідеї індивідуалізації та диференціації навчання. Потреба у розгляді процесу побудови індивідуальної освітньої траєкторії студента, яка спирається на ідеї самостійного вибору, розробки та реалізації освітнього стандарту, пов'язана з тим, що ці ідеї створюють умови для самовираження особистості. Незважаючи на те, що освітня програма виступає як індивідуальна траєкторія, вона залишається структурованою, і налічує наступні компоненти:

- Цільовий компонент, допускає постановку цілей та визначених напрямів, що стосуються області освіти, і які формуються на основі державного освітнього стандарту, а також потребах студента й основних мотивах.

- Змістовний компонент, демонструє зміст, який реалізовується в межах конкретної освітньої програми.

- Технологічний компонент, вміщує у собі застосовані технології, а також методи, методики, системи навчання та виховання.

- Діагностичний компонент, відкриває систему діагностичного супроводу.
- Організаційно-педагогічний компонент, формулює умови реалізації та характеристики студента, якому адресується освітня програма разом з формами атестації досягнень.
- Результативний компонент, описує очікуючі результати реалізації.

Дивлячись на компоненти індивідуальної траєкторії та процес її застосування, виникає питання: яким чином організувати процес здобуття освіти для студентів по їх власних, але при цьому різних траєкторіях? В даному випадку мова йде про те, що індивідуальна освітня траєкторія студента буде формуватися не тільки за рахунок дисциплін, модулів за вибором, чи спецкурсів, а й за допомогою вивчення окремо взятого навчального предмету. Процес організації навчання по індивідуальній траєкторії потребує спеціальної методики й технології. За вирішенням даної проблеми в сучасній дедукції можна звернутись до двох зовсім протилежних способів, кожен з яких називають індивідуальним підходом.

Перший спосіб диференціює процес навчання, згідно з чим, до кожного студента пропонується підходити індивідуально, враховуючи диференціацію матеріалу, який вивчається ним, по мірі спрямованості, складності чи іншим параметрам. Другий спосіб допускає, що процес побудови власного шляху освіти для кожного студента відбувається стосовно освітньої області, яка вивчається ним.

У наших навчальних закладах найбільшою популярністю користується перший спосіб. В свою чергу, другий спосіб вважається більш рідкісним, оскільки він вимагає не тільки індивідуального руху студента на фоні визначених зовні, спільних цілей, а й одночасного планування разом з реалізацією різних моделей навчання студентів. Кожна з цих моделей по-своєму вважається унікальною й класифікованою до особистісного потенціалу того чи іншого окремо взятого студента [8].

1.2 Аналіз існуючого програмного забезпечення предметної області

На сьогоднішній день не є новиною що на просторах інтернету можуть розміщуватись різноманітні ресурси, які можуть стосуватися безперечно будь-якої

сфери людської діяльності. Процес еволюції інтернету включає до цього списку і сферу освіти. У теперішній час є досить нормальним здобути вищу освіту дистанційним шляхом, на це можуть впливати зовсім розбіжні події, й відповідно до цього адаптуються самі навчальні установи такі як університети та інститути. При цьому й підключається сфера бізнесу, тим самим приватні організатори дистанційного навчання не втрачають можливості заробити досить непогані кошти на людях, які прагнуть здобути вищу освіту. Існує досить великий список таких ресурсів, що здатні надати змогу людині отримати бажану освіту в досить зручній манері. При цьому такий процес не буде включати ніякої зайвої інформації, яка б не мала прямолінійного зв'язку до обраного навчального шляху. Одним із таких ресурсів є edX [9].

Місією даного ресурсу є надання доступу до високо-якісної освіти для кожного. edX націлений на покращення процесу викладання та навчання як в кампусі так і онлайн, у ньому присутнє попереднє викладання та навчання шляхом дослідження (рисунок 1.1).

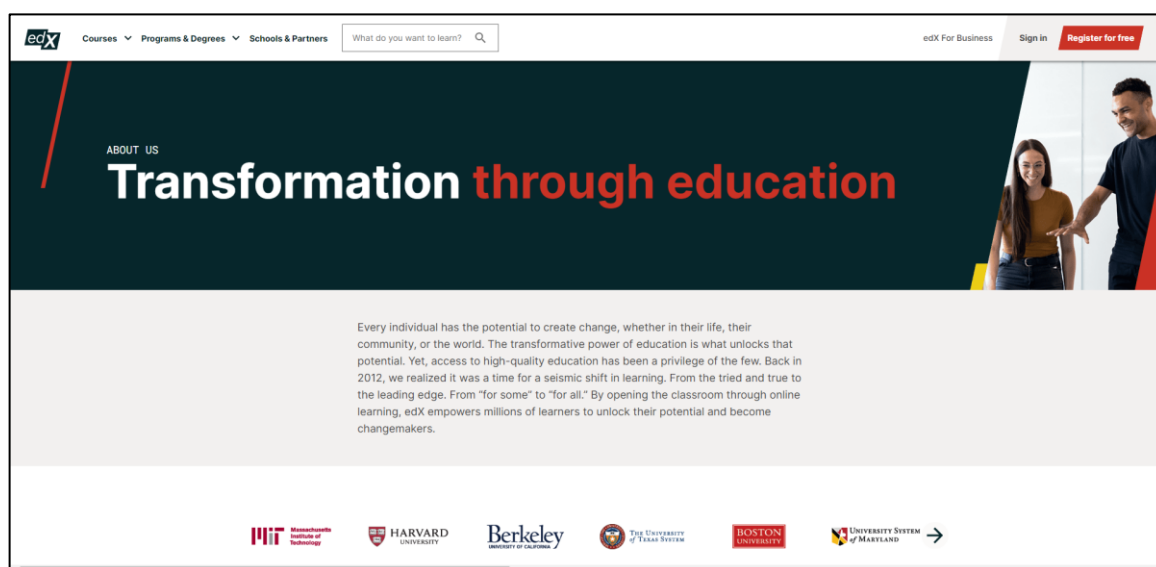


Рисунок 1.1 – Сторінка платформи

Даний ресурс вміщує велику кількість різноманітних курсів, сторінка одного з таких курсів вміщує детальну інформацію про те, коли курс розпочинається, його ціну та тип опрацювання. Людина заходячи на таку сторінку одразу може зрозуміти

чи підходить їй цей курс шляхом прочитання його мети, ознайомитись на якій мові даний курс викладається та що у ньому пропонується (рисунок 1.2). Також присутній опис модулів курсу, що відповідно свідчить про так звану модульну систему, яка присутня й у інших курсів на даній платформі. У користувача є можливість переглянути викладачів, які будуть пояснювати нову цікаву інформацію.

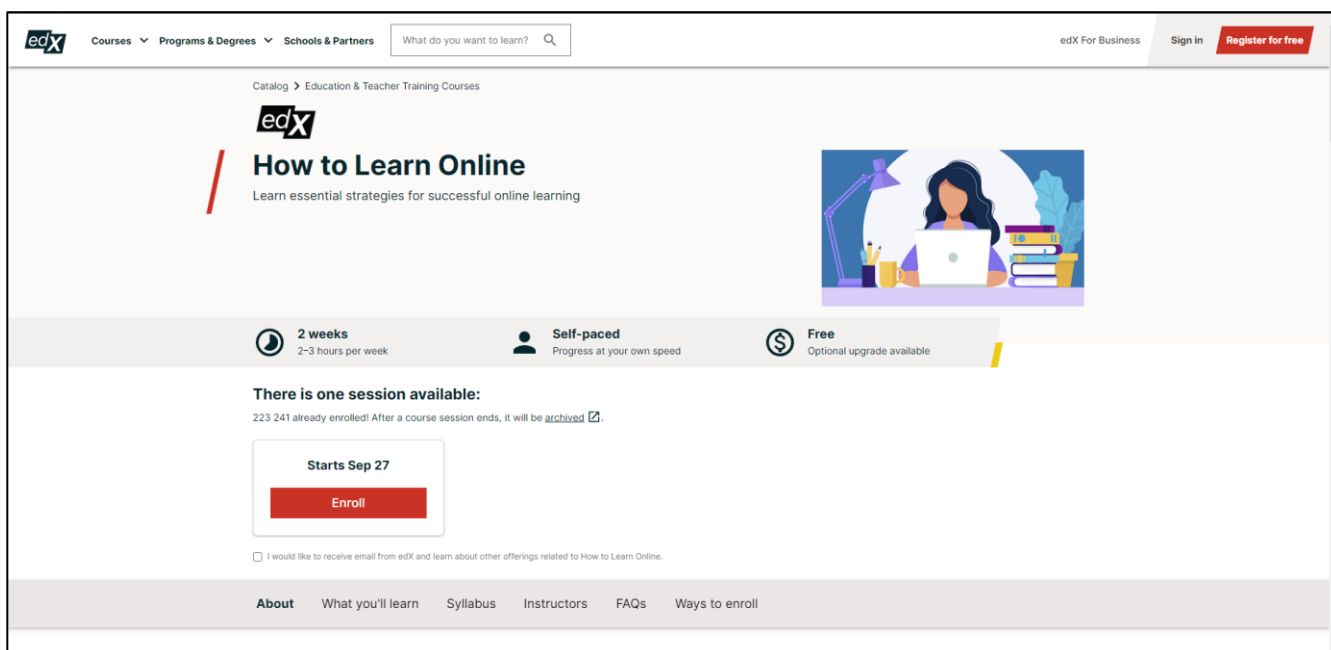


Рисунок 1.2 – Детальна інформація про курс

Даний інформаційний ресурс також здатен повністю надати освітній ступень, який не буде відрізнятись від того, який отримують традиційним шляхом. Вся різниця полягає лише у способі навчання, в даному випадку він буде дистанційним про що і свідчить мета даного інформаційного ресурсу. На відповідній сторінці одного зі ступенів вищої освіти розповідається чому його здобуття є таким важливим та описуються ключові характеристики навчання (рисунок 1.3). Після обрання конкретної спеціальності, з'являється змога переглянути її інформаційну сторінку, на якій розповідається про структуру програми та можливості які отримає студент при проходженні навчання. Описуються різні робочі посади на які може претендувати випускник.

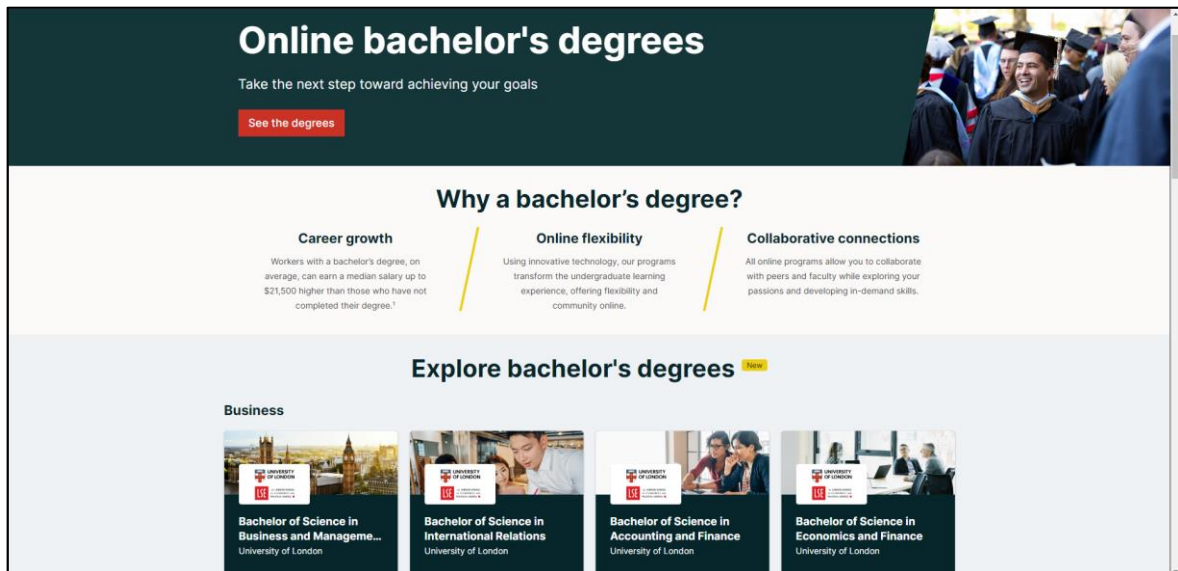


Рисунок 1.3 – Сторінка спеціальностей освітнього ступеня бакалавра

На сторінці конкретної спеціальності освітнього ступеня бакалавра також можна переглянути предмети які будуть вивчатись протягом періоду навчання на кожному курсі, цікавим моментом є те, що студент має можливість обирати певні предмети власноруч (рисунок 1.4).

Year One	Year Two	Year Three
MN1178 Business and Management in a Global Context	MN2177 Core Management Concepts	MN3119 Strategy
ST104A Statistics 1*	MN2196 Data Analysis for Management Decision-Making	Open Choice (any level)
MT105A Mathematics 1*	CHOOSE TWO:	CHOOSE TWO:
AC1025 Principles of Accounting	MN3197 Operations Management	MN3197 Operations Management
EC1002 Introduction to Economics	MN3075 Human Resource Management	IS2184 Information Systems Management
	MN3141 Marketing Management	MN3075 Human Resource Management
	IS2184 Information Systems Management	MN3141 Marketing Management
	FN2191 Principles of Corporate Finance	IS2184 Information Systems Management
		FN2191 Principles of Corporate Finance

Рисунок 1.4 – Список предметів спеціальності

Після аналізу ключових сторінок даного інформаційного ресурсу можна виділити як переваги так і недоліки. До переваг можна віднести:

- сучасність, яка проглядається у можливості дистанційного навчання;

– гнучкість, про яку говорить оновлення вмісту курсів останньою інформацією;

– здатність самостійно обирати предмети для навчання.

Щодо недоліків, то сюди можна віднести:

– новизну введення освітніх програм без належного тестування ефективності її модулів;

– відсутність опису оптимізації освітньої траєкторії.

Наступним прикладом є сервіс Coursera [10]. Він пропонує користувачам розпочати, змінити або просунути власну кар'єру за допомогою величезної кількості курсів, професійних сертифікатів і ступенів від університетів та компаній світового рівня (рисунок 1.5).

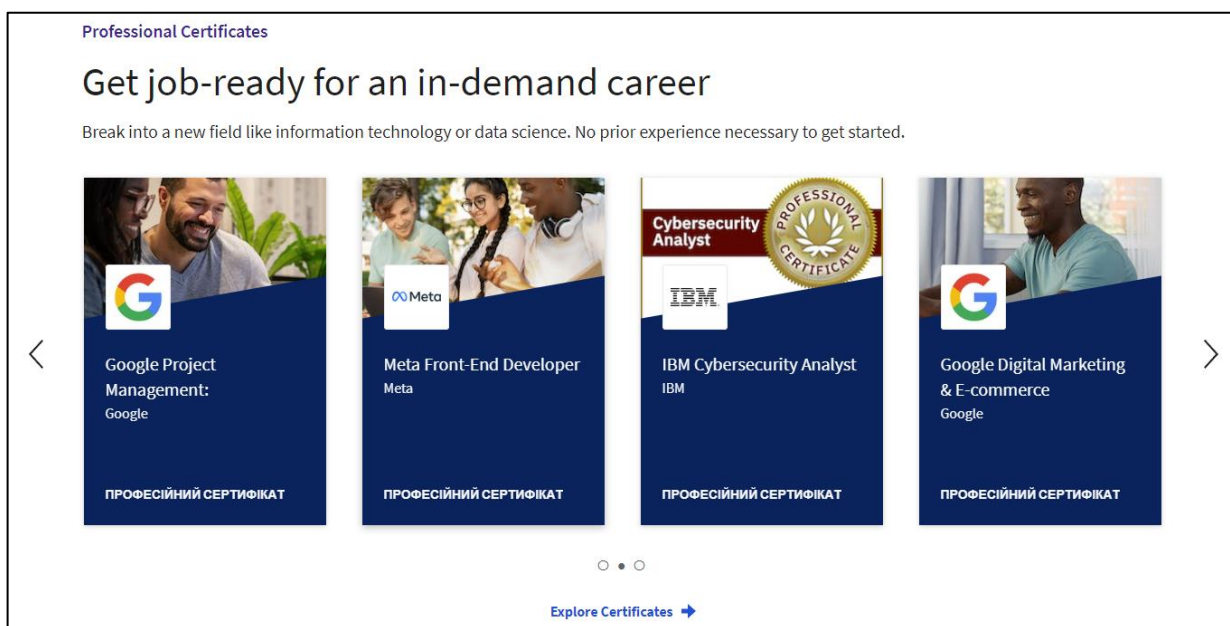


Рисунок 1.5 – Сертифікати компаній світового рівня

Даний ресурс подібний до попереднього, він також націлений на надання освіти дистанційним способом. У ньому присутня можливість отримання освітнього ступеня як бакалавра так і магістра (рисунок 1.6).

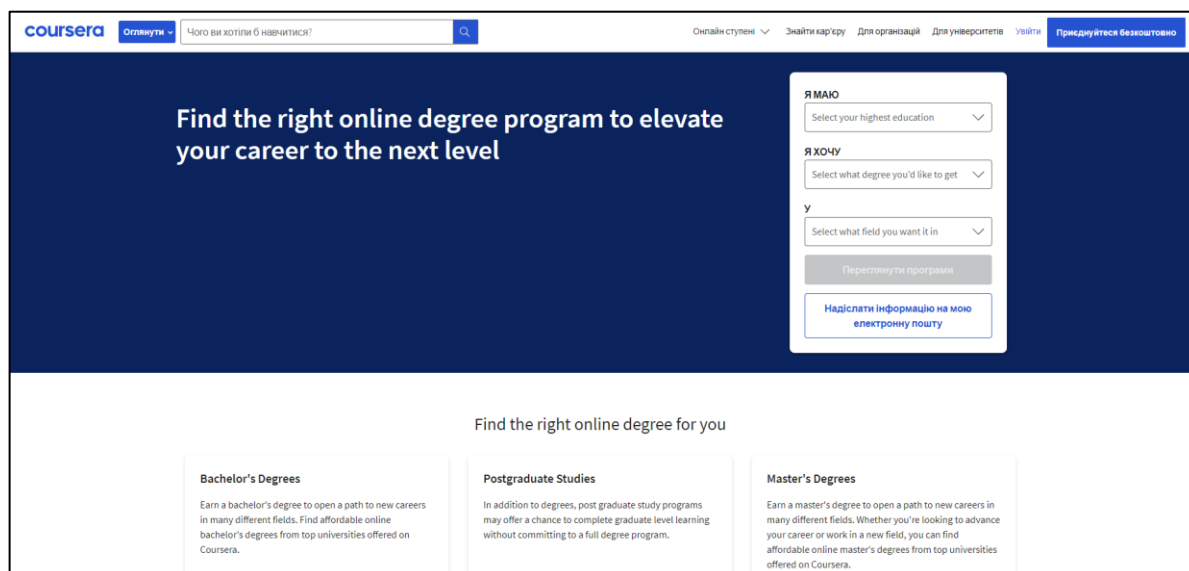


Рисунок 1.6 – Інформаційна сторінка освітніх ступенів

При обранні конкретного курсу, користувач має можливість ознайомитись з освітньою траєкторією, тобто навчальним планом здобуття нових знань, які зроблять його компетентним при поданні резюме на бажану роботу. Присутня інформація щодо тривалості курсу, та часу на проходження кожного з його модулів (рисунок 1.7).

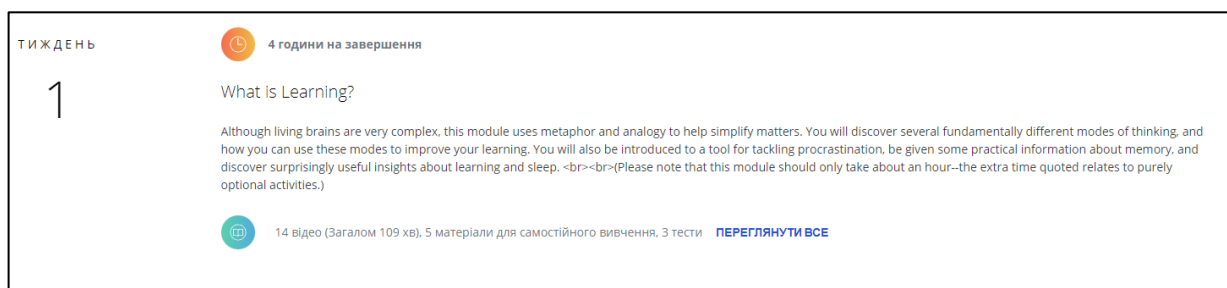


Рисунок 1.7 – Інформація про модуль курсу

Також на сторінці одного з курсів присутня така корисна інформація як рецензії про даний курс, опції реєстрації та поширені запитання, що в сукупності робить перебування користувача на даному ресурсі досить комфортним. Загалом даний ресурс справляє позитивне враження аналогічно до першого, проте виникають питання які стосуються оптимізації самого навчального процесу, а саме на скільки ефективним є підхід модульного навчання на самостійній основі, а також його

технічна реалізація, що може потребувати додаткової оптимізації за рахунок відповідних методів.

Й останнім прикладом електронного ресурсу, який надає величезний обсяг різноманітних курсів є Alison [11]. Дана платформа базується на безкоштовних онлайн курсах, разом з сертифікатами та дипломами. На ресурсі пропонується набір категорій курсів, які потенційно можуть зацікавити користувача, й по яким відбудеться подальше сортування навчальної інформації (рисунок 1.8).

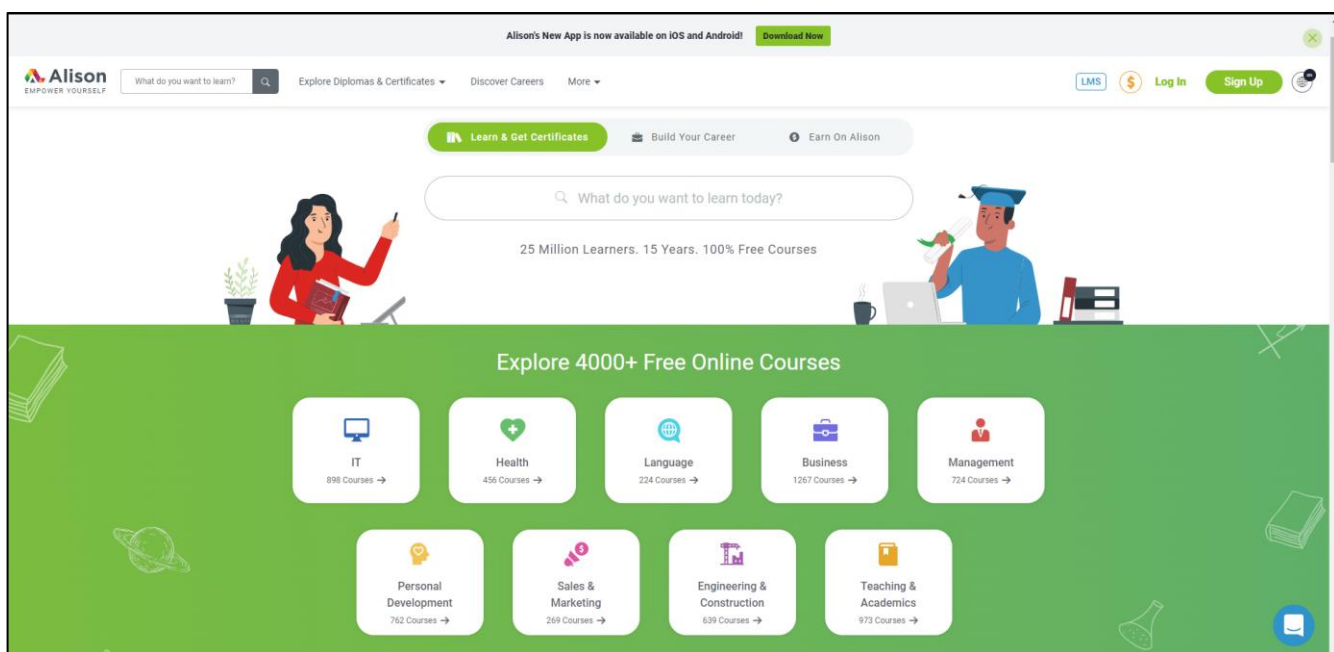


Рисунок 1.8 – Початковий екран навчального ресурсу Alison

Alison допомагає своїм користувачам зрозуміти, чого саме вони прагнуть навчитись шляхом надання відповідей на конкретні запитання. До таких запитань відноситься:

- чи хочете ви підвищити власну кваліфікацію?
- чи хочете ви змінити кар'єру?
- чи хочете ви знайти для себе хобі та інтереси?

Таким чином відвідувач вебресурсу надаючи відповідь на запитання пришвидшує власний пошук необхідного йому навчального курсу. Також платформа рекомендує курси, дипломи та сертифікати, які користуються найбільшою

популярністю серед її користувачів. Дана компанія співпрацює з найкращими інформаційними платформами та університетами світу, що черговий раз підкреслює якість освітньої інформації (рисунок 1.9).

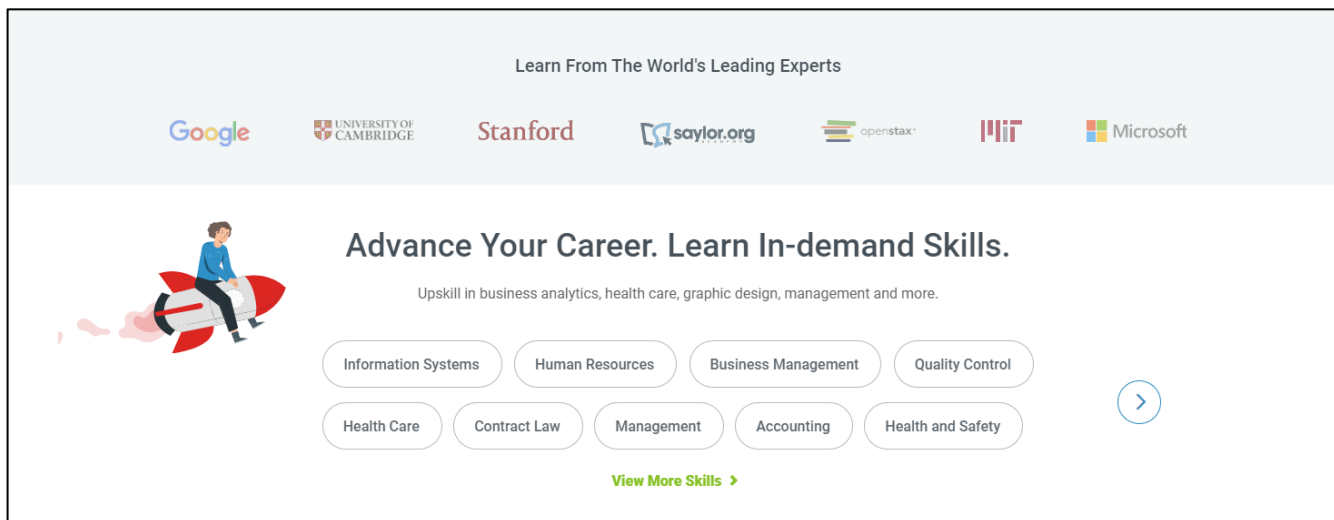


Рисунок 1.9 – Співпраця з найкращими експертами світу

Даний ресурс не програє в організації освітнього процесу попереднім, у ньому також присутня модульна система, він також володіє додатковою корисною інформацією про тривалість курсу, кількість модулів та тому подібні речі. Проте на даній платформі по невідомих причинах відсутня чітка інформація щодо викладачів, навчальних програм, що свідчить про не найкращу оптимізацію представлення навчання за обраним курсом.

При аналізі існуючих вебзастосунків, які містять функціонал за допомогою якого вони здатні надати освіту всім охочим користувачам, було визначено слабкі та сильні сторони, які в сукупності надають розуміння щодо уникнення помилок при побудові подібної інформаційної системи. Крім цього була звернута значна увага на оптимізацію як самого вебресурсу, так і його освітньої траєкторії. Базуючись на даному висновку, можна зрозуміти на скільки важливим є використання оптимізаційних методів при побудові подібних додатків та організації здобуття освіти у них.

1.3 Методи оптимізації та їх можливе застосування

Сьогодні діяльність людини налаштована таким чином, що при розв'язуванні різноманітних проблем майже завжди за мету береться пошук найкращого, або, як кажуть, оптимального рішення. Для знаходження найкращої можливості, доводиться розв'язувати відповідні задачі, які спрямовані на знаходження максимуму чи мінімуму, іншими словами найбільших чи найменших значень певних величин. Поняття максимум і мінімум об'єднуються в єдиний термін, який має назву «екстремум». По цій причині задачі на знаходження максимуму чи мінімуму називаються екстремальними задачами. Процес дослідження різноманітних типів екстремальних задач, а також методів їх розв'язування будують основу одного з найважливіших розділів математичної науки, який зветься «теорія оптимізації».

Під час вивчення проблем, які стосуються постановки, аналізу і розв'язування екстремальних задач, можна виділити кілька ключових моментів:

- формалізація поставленої задачі;
- визначення умов існування розв'язку формалізованої задачі;
- формулювання необхідних, а по можливості й достатніх, умов екстремуму;
- розробка точних і наближених методів розв'язування різних класів екстремальних задач.

Історія розвитку теорії оптимізації говорить про те, що задачі на відшукування найкращого серед певної множини варіантів, люди розв'язують з давніх-давен. Такий найкращий варіант зветься оптимальним. Значення слова «оптимальний» походить з латинської, і означає – ідеальний, найкращий, досконалий. Для знаходження оптимального серед набору різних варіантів, доводиться розв'язувати задачі на пошук максимуму чи мінімуму визначених, конкретних показників, а точніше найменших чи найбільших значень певних величин. Поняття максимум й мінімум, або іншими словами «тахітит» та «тіпітит», об'єднуються єдиним терміном «екстремум», що в перекладі з латинської означає – крайній. Задачі пошуку мінімуму чи максимуму деяких величин називаються екстремальними. Методи дослідження та

розв'язування різноманітних видів екстремальних задач формують так звану основу теорії оптимізації.

Задачі оптимального використання корисних ресурсів стають більш актуальними з розвитком виробництва в умовах обмеженості нашої планети. Список корисних ресурсів нараховує: копалини, енергію, матеріали, робочий час, управління різноманітними складними процесами. До списку також можна віднести, задачі по організації виробництва, в яких мета полягає в отриманні максимального прибутку при заданих обмеженнях на ресурси, задачі по управлінню системами гідроелектростанцій й водосховищ, в яких мета полягає в отриманні максимальної кількості електроенергії, задачу про космічний політ з однієї точки простору в іншу з максимальною швидкістю чи з найменшими витратами енергії, задачу про швидке нагрівання або охолодження металу до потрібної температури та багато інших. Потреби науки математики приводять нас до необхідності дослідження таких екстремальних задач, як задачі найкращого наближення функцій, задачі оптимального вибору параметрів обчислювальних процесів або вузлів інтерполювання, задачі наближеного розв'язування систем нелінійних рівнянь, нерівностей і т.д.

Дослідження задач на екстремум розпочалось ще до нашої ери. Однією з найдавніших задач екстремуму вважають ізопериметричну задачу, ціль якої віднайти криву, яка охоплює найбільшу площу серед плоских замкнених кривих заданої довжини. Пошуком рішення цієї задачі займались грецькі філософи, також про неї писав Аристотель ще в п'ятому столітті до н.е. Задачі екстремуму також зустрічаються в «Початках» Евкліда, в творах Архімеда, Аполлонія, Герона й інших античних філософів та математиків.

Епоха Відродження відома своєю активізацією наукової діяльності, задачі по знаходженню екстремумів набирають оберти популярності, таким чином вони привертають увагу багатьох вчених. Одною з перших була спроба пояснити закон заломлення світла. Такі ж задачі по знаходженню екстремумів виникали й в інші періоди історії, що вказує на ефективність застосування оптимізації. Таким чином сформувались основні розділи сучасної теорії екстремальних задач: математичне програмування, варіаційне числення та теорія оптимального управління [12].

У теперішній час, одним з варіантів пошуку найкращого рішення є так званий пошук грубою силою або пошук повного перебору, також відомий як генерування та тестування, вважається загальною технікою вирішення проблем і алгоритмічною парадигмою, суть якої полягає в систематичному перерахуванні всіх можливих кандидатів на рішення та перевірки, чи кожен кандидат задовольняє формулювання проблеми.

Для прикладу роботи повного перебору, можна розглянути задачу пошуку дільників натурального числа n , в якій буде виконуватись перерахування всіх цілих чисел від 1 до n та перевірка кожного з них на здатність поділити n без залишку. Інший приклад підходу грубої сили можна розглянути для головоломки з вісьмома ферзями, повний перебір мав би перевірити всі можливі розташування 8 фігур на шахівниці із 64 квадратів і для кожного розташування перевірити, чи може кожна фігура атакувати будь-яку іншу.

У той час як пошук грубою силою простий у реалізації, і він здатен завжди віднайти рішення при умові що воно існує, його витрати на реалізацію пропорційні кількості варіантів рішення, яке в багатьох практичних задачах може мати тенденцію до швидкого зростання зі збільшенням розміру проблеми. Таким чином, пошук грубою силою зазвичай використовується, коли розмір проблеми обмежений або коли існують специфічні проблеми для евристики, які можна використовувати для зменшення набору варіантів вирішення до керованого розміру. Метод також використовується, коли простота реалізації важливіша за швидкість.

Так відбувається, наприклад у критичних програмах, де будь-які помилки в алгоритмі можуть мати дуже серйозні наслідки, або під час використання комп'ютера для доведення математичної теореми. Грубий пошук також корисний як базовий метод під час порівняльного аналізу інших алгоритмів або метаевристик. Справді, пошук грубою силою можна розглядати як найпростішу метаевристику. Даний пошук не слід плутати з пошуком назад, де великі набори розв'язків можуть бути відкинуті без явного перерахування як у розв'язанні проблеми восьми ферзів вище [13].

Іншим варіантом є евристичний пошук, що здатний надати рішення проблеми серед багатьох інших, але не спроможний гарантувати, що саме це рішення буде

найкращим. Він відноситься до тих алгоритмів, які є приблизними і неточними. Вважається, що такі алгоритми знаходять рішення, яке є близьким до найкращого і тим не менш роблять це швидко. Досить багато практичних задач можна вирішити базуючись на евристичному пошуку, яким звикли називати процедуру систематизованого перебору на основі послідовного аналізу можливих варіантів та оцінки їх наслідків. Можна навести такий список дій евристичного пошуку:

1. обрати певну дію з області можливих дій;
2. здійснити дію, що приведе до зміни ситуації;
3. оцінити поточну ситуацію;
4. якщо успіх досягнутий – кінець, якщо ні – повернутися на перший крок та розпочати знову.

Виконувати дію можна реально – мова йдеться про стратегію спроб і помилок, або уявно – мова йдеться про попереднє планування, яке повинно передувати дійсному прийняттю рішень. Одним з важливих та ефективних варіантів евристичного пошуку є метод послідовних поліпшень. Основна його ідея може бути сформульована так: якщо існує певне наближення до рішення x^k , то слід застосувати деяку процедуру переходу до іншого наближення x^{k+1} , яке відповідно буде кращим за попереднє. На даному методі послідовних поліпшень ґрунтується більшість основних методів дослідження операцій [14].

Останнім з запропонованих ефективних рішень для пошуку найкращого з можливих, можна вважати генетичний алгоритм. Даний алгоритм вважається еволюційним, і використовується для вирішення задач оптимізації і моделювання шляхом застосування послідовного підбору, комбінування й варіації шуканих параметрів разом з різними механізмами, які нагадують біологічну еволюцію. Задача кодується таким способом, щоб її вирішення могло бути представлено у формі масиву подібного до інформації складу хромосоми. Такий масив досить часто називають як «хромосома». У ньому цілком випадково формується деяка кількість початкових елементів – «осіб», або іншими словами початкова популяція. Популяція оцінюється з використанням функції пристосування, в результаті роботи якої, кожній особі присвоюється певне значення пристосованості, яке визначає її здатність виживання.

Далі з використанням отриманих значень пристосованості обираються особи допущені до схрещення. До осіб застосовується «генетичні оператори» (в більшості випадків це оператор схрещення, який називається «crossover» та оператор мутації – «mutation»), формуючи таким чином наступне покоління осіб. Особи наступного покоління також проходять через етап оцінювання, в якому застосовуються генетичні оператори і виконується селекція та мутація. Таким чином моделюється еволюційний процес, що продовжується декілька життєвих циклів, до тих пір поки не буде досягнутий критерій зупинки алгоритму. Таким критерієм може бути:

- знаходження глобального, або оптимального вирішення;
- вичерпання числа поколінь, що відпущені на еволюцію;
- вичерпання часу, відпущеного на еволюцію.

Також слід зазначити, що генетичні алгоритми можуть використовуватись для пошуку в дуже великих і важких просторах пошуку. Можна виділити такі етапи генетичного алгоритму:

1. створення початкової популяції;
2. обчислення функції пристосованості для осіб популяції (оцінювання);
3. повторювання до виконання критерію зупинки алгоритму:
 - 3.1. вибір індивідів із поточної популяції;
 - 3.2. схрещення або/та мутація;
 - 3.3. обчислення функції пристосовуваності для всіх осіб;
 - 3.4. формування нового покоління [15].

Після розгляду алгоритмів та методів пошуку найкращого рішення, а також їх специфіки роботи, було обрано метод повного перебору за рахунок його простоти, а також гарантії знаходження потрібного рішення.

1.4 Постановка задачі

Метою кваліфікаційної роботи магістра є створення методу побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти у вигляді інформаційної системи, яка

здатна оптимізувати навчальний шлях студентам вищих навчальних закладів. Тому для виконання поставленого завдання потрібно:

- провести аналіз методів оптимізації;
- провести аналіз методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань;
- побудувати інформаційну модель методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.
- виконати алгоритмічну та програмну реалізацію методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

1.5 Висновки до першого розділу

Під час роботи над першим розділом, був проведений аналіз предметної області, який включав розгляд основних компонентів вищої освіти, а саме: індивідуальну освітню програму, індивідуальну освітню траєкторію, індивідуальний освітній маршрут та інші компоненти.

Також був виконаний аналіз існуючих вебзастосунків, які частково або повністю реалізують процес отримання освіти. При цьому було виділено плюси та мінуси кожного з них для отримання розуміння побудови програмного забезпечення, яке буде здатне задовільнити вимоги та прагнення користувача.

Були розглянуті методи оптимізації, які здатні вирішити низку різноманітних задач, а також поставлене завдання. З урахування переваг та недоліків, для задачі побудови оптимальної освітньої траєкторії був обраний метод повного перебору.

2 Метод побудови індивідуальної освітньої траєкторії та його оптимізація

2.1 Структура методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії

Відштовхуючись від існуючих освітніх програм, які були розглянуті у першому розділі, а також від їх мінусів та плюсів, вперше запропоновано метод формування індивідуальної освітньої траєкторії, який визначає переліки навчальних дисциплін, що опановує студент у формі обов'язкових дисциплін та пулу вибіркових предметів. Кожна з навчальних дисциплін здатна сформувати у студента конкретні загальні та спеціальні компетентності згідно з Державним стандартом України за відповідною спеціальністю, таким чином готуючи його до майбутньої професійної діяльності. Нижче, на рисунку 2.1 зображена структура методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії.



Рисунок 2.1 – Схема структури методу побудови ІОТ

Попередній рисунок демонструє компоненти методу побудови ІОТ, першим з них є набір обов'язкових дисциплін, який може бути обраним з будь-якої спеціальності. Другим компонентом є визначення охоплених компетентностей та кредитів ECTS набору обов'язкових дисциплін, який лише частково реалізує навчальний план. Третій компонент – «Формування освітніх траєкторій», що включає у себе попереднє визначення охоплених компетентностей та кредитів, а також набір вибіркового дисциплін разом з інтересами студента, надає можливість повністю реалізувати навчальний план. Також для побудови оптимальної ІОТ, метод нараховує у собі такі елементи як «Критерії оптимізації» та «Обмеження оптимізації», які згідно з їх назвою, оптимізують сформовану ІОТ.

Отже, спершу індивідуальна освітня траєкторія складатиметься лише з обов'язкових дисциплін, які будуть обиратись з відповідного списку, таким чином охоплюватимуться лише частково загальні та спеціальні компетентності, які в свою чергу належатимуть так званим наборам компетентностей. Один із таких наборів носить назву – «Набір загальних компетентностей», а інший – «Набір спеціальних компетентностей».

Далі освітня траєкторія буде формуватися шляхом доповнення списку обов'язкових дисциплін, дисциплінами із вибіркового списку в залежності від прагнень та бажань студента щодо складу його індивідуальної освітньої траєкторії, а також від вимог стандарту вищої освіти. Оскільки, навчальний шлях студента є програмою або стратегією освіти, яка розробляється спеціально для студента шляхом його взаємодії з викладачем-куратором і ґрунтується на оцінці зробленій ними щодо побажань студента, індивідуальна освітня траєкторія буде доповнюватись дисциплінами які включатимуть у собі довгострокові цілі здобувача вищої освіти, а також задовольнятимуть його прагнення.

Останнім етапом перед застосуванням сформованої індивідуальної освітньої траєкторії, є її оптимізація. Оптимізацію можна розуміти по різному, але в даному випадку це є конкретні обмеження, які стосуються:

- обсягу кредитів ECTS;
- повноти охоплення загальних компетентностей;

– повноти охоплення спеціальних компетентностей.

Для кращої видимості вмісту обмеження оптимізації, було створено відповідну схему, яку можна переглянути на рисунку 2.2.

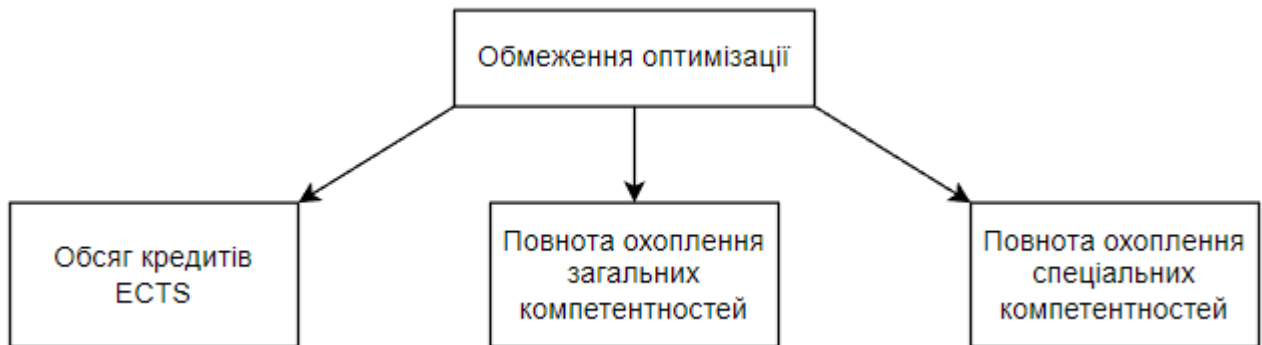


Рисунок 2.2 – Схема обмежень оптимізації

Необхідно відзначити критерії, при яких оптимізація може бути задіяна до ІОТ. Таких критеріїв є 2, перший – «Системний критерій», другий – «Індивідуальний критерій». У випадку системного критерія, оптимізація буде змінювати вміст ІОТ таким чином, щоб та складалась з мінімальної кількості дисциплін. Індивідуальний випадок передбачає вибір конкретного напрямку студентом, на який буде націлена побудова ІОТ. Таким напрямком може бути охоплення максимуму загальних навичок, або охоплення максимуму спеціальних навичок (рисунок 2.3).

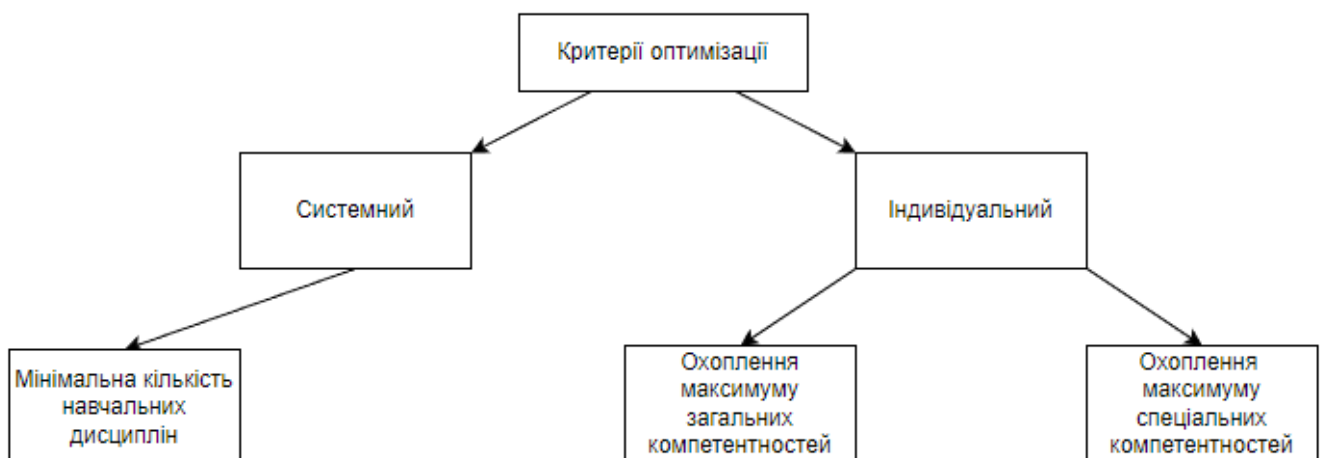


Рисунок 2.3 – Критерії оптимізації

Важливим моментом є охоплення всіх або максимуму елементів з набору загальних компетентностей, а також з набору спеціальних компетентностей без повторень, таким чином відобразиться ефективність даного методу побудови освітньої траєкторії. Для прикладу роботи методу, кожен з наборів буде містити певну кількість компетентностей, які визначаються стандартом вищої освіти, переглянути один із наборів компетентностей можна на рисунку 2.4.

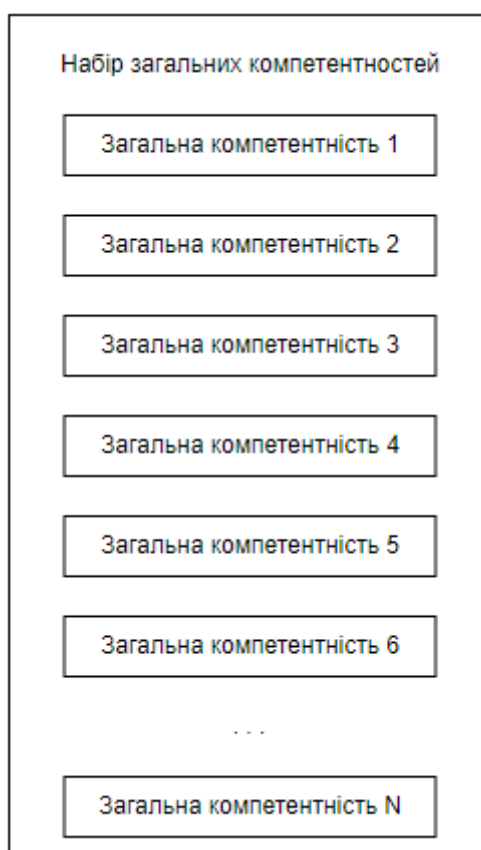


Рисунок 2.4 – Набір загальних компетентностей

Після детального перегляду структури методу побудови оптимальної освітньої траєкторії, слід застосувати даний метод на практиці з довільними даними.

2.2 Побудова індивідуальної освітньої траєкторії

Для демонстрації роботи методу, необхідно сформулювати перелік обов'язкових дисциплін. У цьому переліку кожній дисципліні буде присвоєно довільну кількість

кредитів, а також певні загальні та спеціальні компетентності. Проте сума кредитів всіх дисциплін повинна відповідати конкретному значенню. Це значення визначається учбовим закладом відповідно до вимог Міністерства освіти і науки України. Процес визначення обсягу кредитів відбувається для кожного окремого навчального семестру, який в свою чергу може належати будь-якому освітньому рівню. Але в даному випадку значення кредитів буде довільним, при цьому не буде змінюватись універсальність роботи методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії. Зважаючи усі нюанси, було створено необхідний перелік обов'язкових дисциплін, який можна переглянути у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Довільно визначений перелік обов'язкових дисциплін та їх атрибутів

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
Обов'язкова дисципліна 1 (ОД1)	5	СК1	ЗК1
Обов'язкова дисципліна 2 (ОД2)	5	СК3	ЗК4
Обов'язкова дисципліна 3 (ОД3)	8	СК5	ЗК5
Обов'язкова дисципліна 4 (ОД4)	5	СК4	ЗК2
Обов'язкова дисципліна N (ОДN)	5	СКN	ЗКN

Таким чином індивідуальна освітня траєкторія на даний момент вміщує у собі список обов'язкових дисциплін разом з кредитами, спеціальними та загальними компетентностями, які можуть перекликаються з тими, що знаходяться в одному із можливих наборів компетентностей для охоплення. Схему даного етапу можна побачити на рисунку 2.5, де у ролі списку необхідних компетентностей для охоплення, виступає список загальних компетентностей.

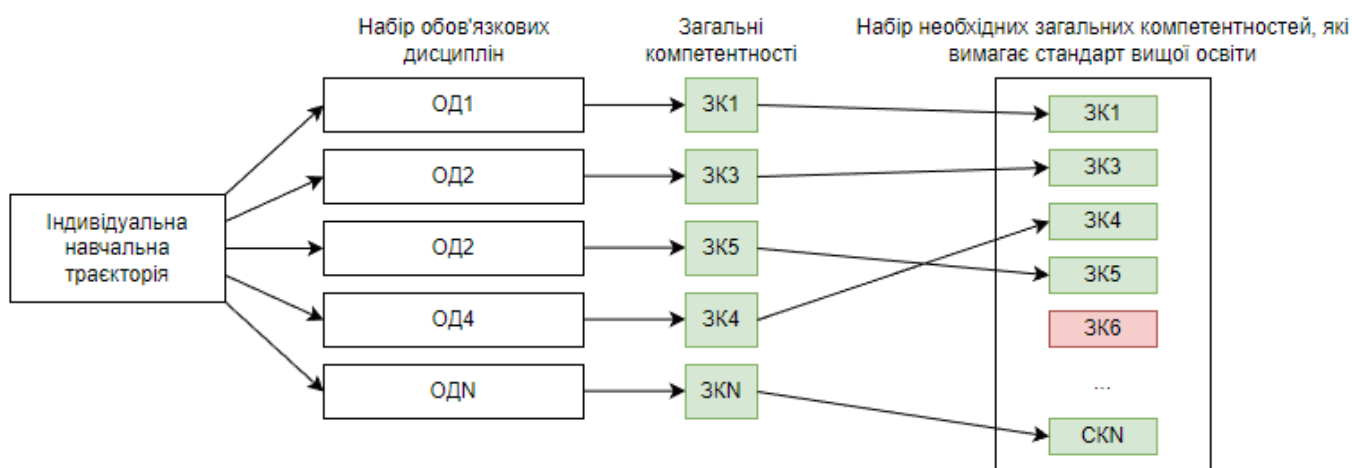


Рисунок 2.5 – Дисципліни які закривають частину необхідних загальних компетентностей

Для досягнення мети, а саме поглиблення студентом всіх, або максимуму можливих компетентностей із набору, який вимагає стандарт вищої освіти, додатково потрібно сформувавши перелік вибіркового дисциплін. Даний перелік буде містити у собі дисципліни з компетентностями, що частково або повністю не охоплюються списком обов'язкових дисциплін. Аналогічно до принципу формування першого списку, було сформовано список вибіркового дисциплін (таблиця 2.2). Правильний вибір вибіркового дисциплін здатен охопити усі необхідні компетентності, які може вимагати стандарт вищої освіти.

Таблиця 2.2 – Довільно визначений перелік вибіркового дисциплін та їх атрибутів

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
Вибіркова дисципліна 1 (ВД1)	5	СК3	ЗК9
Вибіркова дисципліна 2 (ВД2)	8	СК5	ЗК7, ЗК8
Вибіркова дисципліна 3 (ВД3)	8	СК4	ЗК1, ЗК2

Вибіркова дисципліна 4 (ВД4)	5	СК2	ЗК5
Вибіркова дисципліна N (ВДN)	5	СК8, СК10	ЗК6, ЗК9

Наступним етапом є доповнення списку обов'язкових дисциплін вибірковими. Доповнення здійснюється таким чином, що вибіркові дисципліни охоплюватимуть решту необхідних компетентностей. По цій причині до списку ІОТ було додано вибіркову дисципліну 1 (рисунок 2.6).

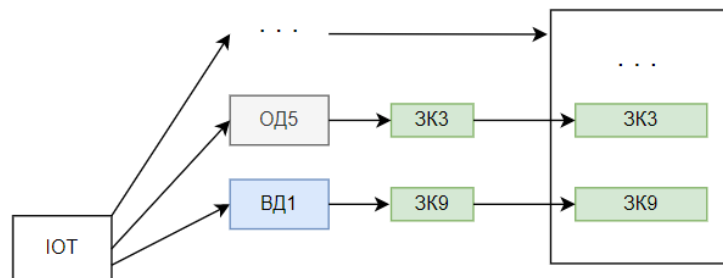


Рисунок 2.6 – Компетентності вибіркової дисципліни 1

Тепер ІОТ містить 6 дисциплін, які охоплюють 6 загальних компетентностей. А сума кредитів дисциплін змінюється до 34, це свідчить що ліміт кредитів не був перевищений, і відповідно метод продовжить процес додавання дисциплін. Наступною доданою дисципліною буде ВД2, яка містить ЗК7, ЗК8, а її кредити дорівнюють 8 (рисунок 2.7).

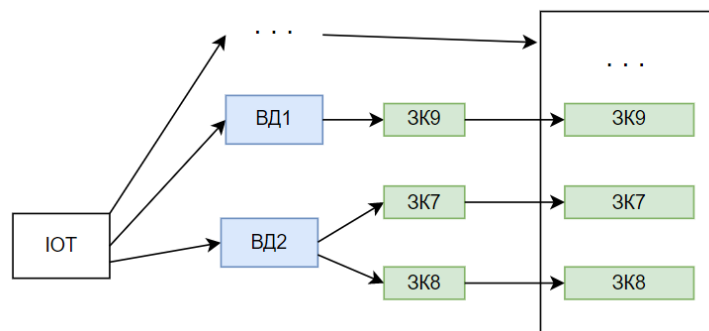


Рисунок 2.7 – Охоплені компетентності другою вибірковою дисципліною

Рисунок 2.6, який відображає доповнення ІОТ другою вибірковою дисципліною, також вказує на поточне охоплення 7 та 8 компетентностей зі списку необхідних компетентностей. При цьому кредити вже дорівнюють цифрі 42 (вибіркова дисципліна у таблиці має 8 кредитів). Оскільки, перелік предметів індивідуальної освітньої траєкторії ще може доповнюватись предметами, сума кредитів яких не більша за 18, потрібно обрати наступний елемент зі списку вибірових дисциплін, який містить компетентності, що зображені на рисунку 2.8.

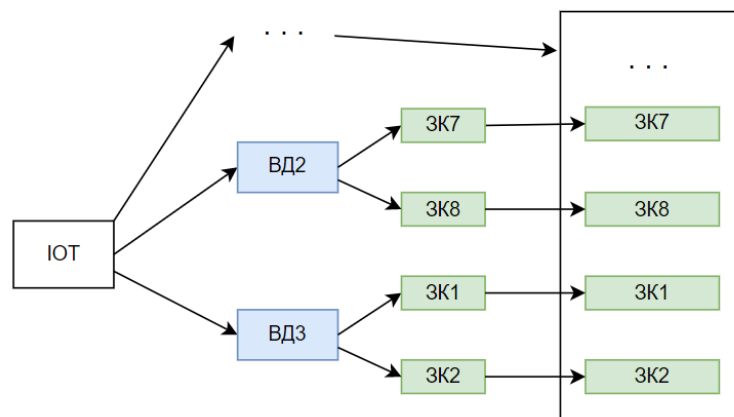


Рисунок 2.8 – Додавання третьої вибіркової дисципліни

Третя вибіркова дисципліна охоплює загальну компетентність 1 та загальну компетентність 2, а сума кредитів дисциплін ІОТ при її додаванні буде дорівнювати 50. Наступною на черзі є вибіркова дисципліна 4, яка містить у собі лише одну загальну компетентність під номером 5 (рисунок 2.9).

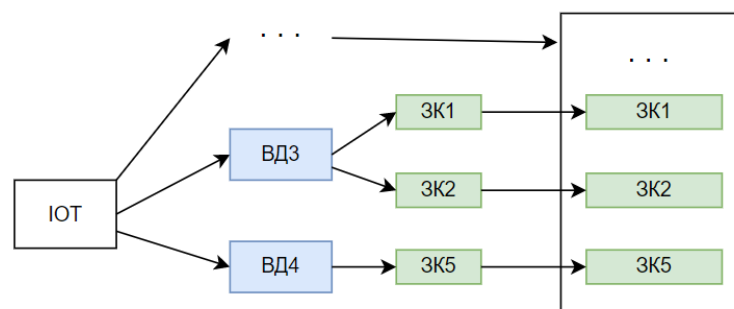


Рисунок 2.9 – Додавання четвертої вибіркової дисципліни

Попередній рисунок відображає охоплену загальну компетентність 5, при додаванні до ІОТ вибіркової дисципліни 4. Відповідно після її додавання загальна сума кредитів зміниться на 55, таким чином методу залишиться додати лише одну дисципліну, кредити якої будуть рівними 5. Слідуючою у черзі на додавання, є дисципліна ВД5, яка охоплює загальну компетентність 6 та загальну компетентність 9 (рисунок 2.10). А кредити даної дисципліни в сумі з попередніми досягають ліміту, таким чином ІОТ вважається сформованою.

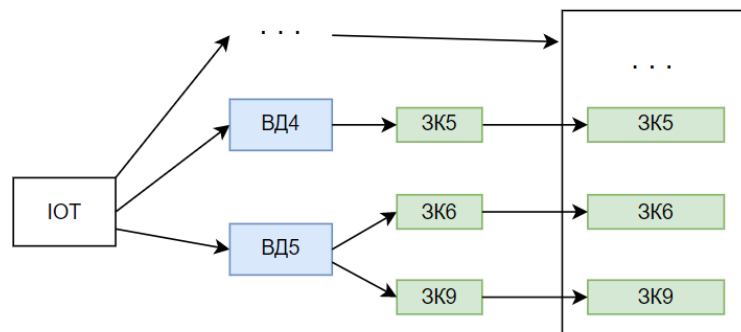


Рисунок 2.10 – Додавання п'ятої вибіркової дисципліни

Тим не менш, слід розглянути також набір спеціальних компетентностей, який формується паралельно з набором загальних компетентностей. Щоб це здійснити, спершу потрібно повернутись до переліку обов'язкових дисциплін, та переглянути компетентності, які вони охоплюють (рисунок 2.11).

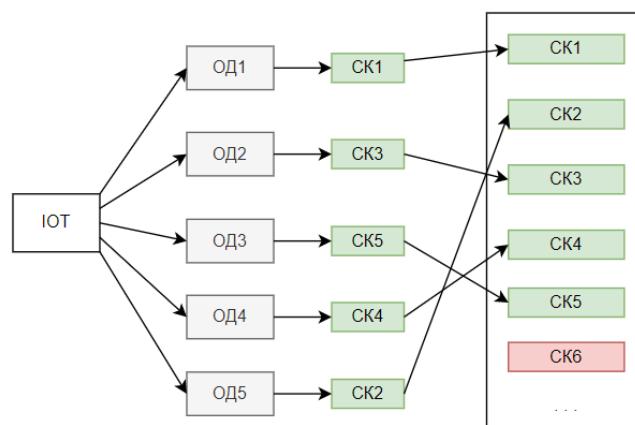


Рисунок 2.11 – Спеціальні компетентності обов'язкових дисциплін

На рисунку 2.10 зображено п'ять обов'язкових дисциплін, кожна з яких містить ту чи іншу спеціальну компетентність, починаючи з першої та закінчуючи п'ятою. Тому при формуванні індивідуальної освітньої траєкторії, мета якої в даному випадку полягає в охопленні максимуму спеціальних компетентностей, потребує доповнення. Оскільки, доповнення списку обов'язкових дисциплін вже було виконано раніше, будуть розглянуті лише спеціальні компетентності кожної обраної дисципліни без врахування кредитів. Першою на черзі є ВД1, що містить спеціальну компетентність 3. Далі йдуть ВД2, ВД3, ВД4, та ВД5, які в сумі охоплюють такі спеціальні компетентності як СК5, СК4, СК2, СК8 та СК10. Переглянути повністю набір як і дисциплін, так і спеціальних компетентностей ІОТ можна на рисунку 2.12.

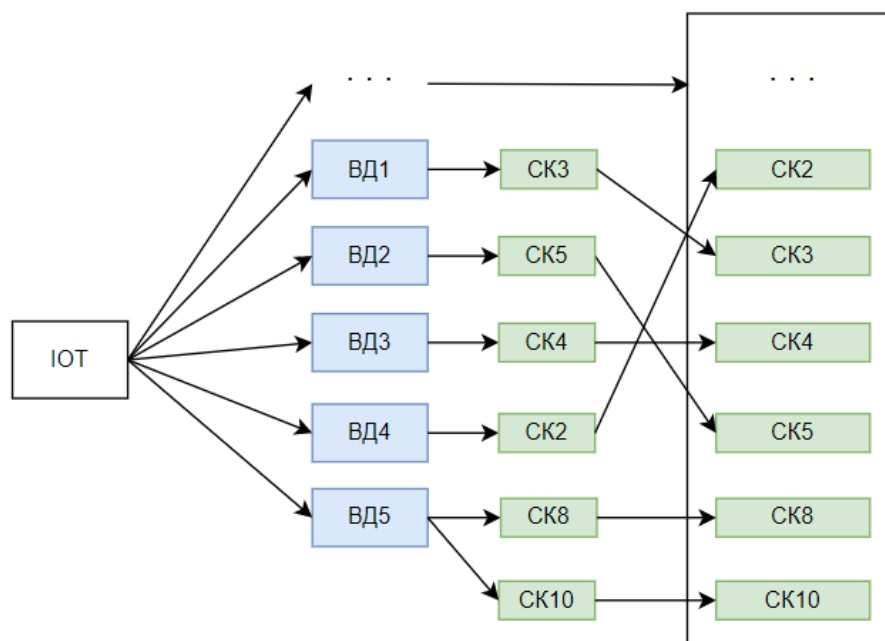


Рисунок 2.12 – Спеціальні компетентності набору вибірових дисциплін

Після перегляду складових частин індивідуальної освітньої траєкторії, а саме списку обов'язкових дисциплін, списку вибірових дисциплін, а також їх компетентностей, слід розглянути загальну схему побудови ІОТ, яка зображена на рисунку 2.13.



Рисунок 2.13 – Загальна схема побудови ІОТ

Після перегляду загальної схеми побудови ІОТ, не буде зайвим згадати умову обрання дисциплін, з яких формується індивідуальна освітня траєкторія. Суть цієї умови полягає в охопленні усіх або максимуму компетентностей без повторень з необхідного набору, який відповідає стандарту вищої освіти. Тому необхідно повторно переглянути дисципліни та їх компетентності, що формують ІОТ і при цьому не задовольняють поставлену умову. Першою дисципліною, яка привертає до себе увагу є вибіркова дисципліна 3. Дана дисципліна містить у собі загальну компетентність 1 й загальну компетентність 2, які також можна побачити і в обов'язкових дисциплінах 1 та 4 (рисунок 2.14).

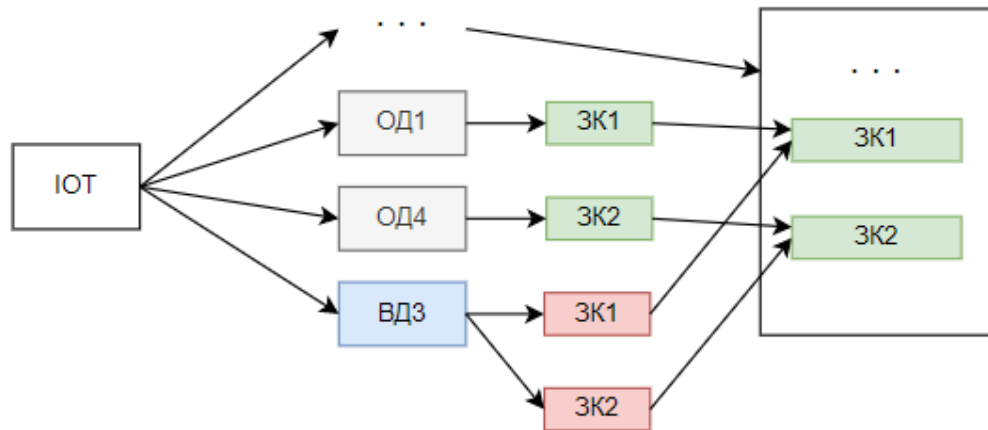


Рисунок 2.14 – Компетентності ВД3, що не задовольняють умову ІОТ

Згідно з рисунком 2.14 можна дійти до висновку, що зображена вибіркова дисципліна та її компетентності не задовольняють поставлену умову, і такої дисципліни слід уникати для отримання найкращої індивідуальної освітньої траєкторії з можливих. Іншою вибірковою дисципліною, яка повторює таку помилку є вибіркова дисципліна 4 та її загальна компетентність 5 (рисунок 2.15).

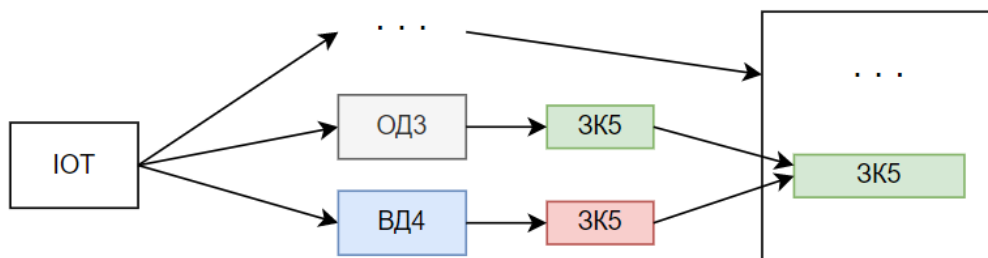


Рисунок 2.15 – Компетентність ВД4, яка не задовольняє умову ІОТ

Попередній рисунок повторно демонструє, що сформована ІОТ складається з дисциплін, які не задовольняють її умову, і що процес формування потребує певної оптимізації. Щоб здійснити оптимізацію формування ІОТ, можна звернутись до раніше обраного методу повного перебору, який здатен своєю специфікою роботи вирішити поставлену задачу.

2.3 Оптимізація індивідуальної освітньої траєкторії

Оскільки, в якості рішення проблеми оптимізації було обрано метод повного перебору, слід застосувати його до формування освітньої траєкторії та переглянути зміни в кінцевому результаті. Посилаючись на попередній пункт, формування ІОТ здійснюється шляхом створення списку обов'язкових дисциплін, де кожній дисципліні присвоюються кредити, загальні та спеціальні компетентності. Аналогічним чином створюється і список вибіркового дисциплін, який продовжує формування ІОТ, і мета якого полягає в доповненні обов'язкового списку таким чином, щоб усі дисципліни ІОТ охоплювали максимум необхідних компетентностей. Тому метод буде займатись перебором усіх вибіркового дисциплін, і додавати до ІОТ лише ті, які будуть задовольняти наступну умову: компетентності вибіркового дисциплін не повинні повторюватись з компетентностями обов'язкових дисциплін, а також кількість компетентностей в одній дисципліні повинна бути якомога більшою. Таким чином при застосуванні методу повного перебору не було б додано ВД1, оскільки вона містить лише по одній загальній та спеціальній компетентності (рисунок 2.16).

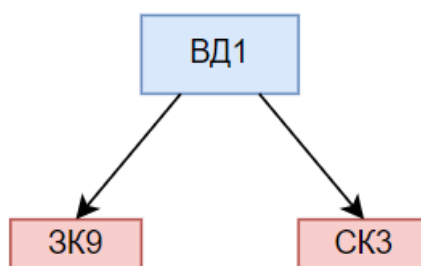


Рисунок 2.16 – Незадовольняючі компетентності ВД1

По причині того, що повний перебір працює по порядку, то наступною буде ВД2. Компетентності даної дисципліни, а саме ЗК7, ЗК8 задовольняють умову ІОТ, якщо вона націлена на охоплення максимуму загальних компетентностей. У випадку охоплення максимуму спеціальних компетентностей, дана дисципліна вже не буде задовольняти умову ІОТ (рисунок 2.17).

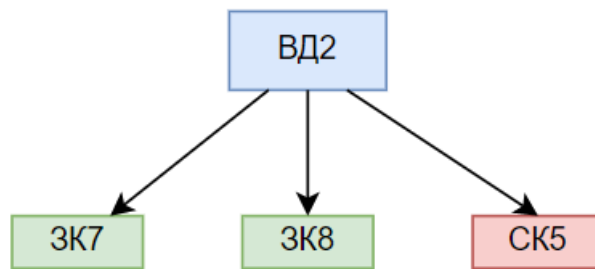


Рисунок 2.17 – Частково задовольняючі компетентності ВД2

Далі по рахунку йде ВД3, та її компетентності ЗК1, ЗК2, СК4 (рисунок 2.18). Якщо перевіряти компетентності даної дисципліни, то можна дійти до висновку, що вона повністю не задовольняє поставлені перед нею вимоги, оскільки всі її компетентності повторюються з раніше сформованими компетентностями обов'язкових дисциплін.

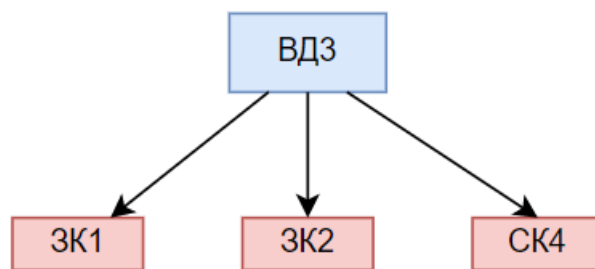


Рисунок 2.18 – Повністю незадовольняючі компетентності ВД3

В свою чергу компетентності ВД4 також не задовольняють умову ІОТ, оскільки при їх класифікації на загальні та спеціальні, кількість стає мінімальною. ВД5 вже повністю рахується коректною, тому що її спеціальні компетентності не повторюються з компетентностями раніше відібраних дисциплін, а також їх кількість не є мінімальною. Подібна ситуація відбувається і з її загальними компетентностями, що в сукупності зі спеціальними надає даній дисципліні право бути доданою до ІОТ. ВД6 разом з її спеціальними компетентностями: СК2, СК3, СК10 робить її привабливою для ІОТ, якщо та націлена на охоплення максимуму спеціальних компетентностей, проте є один нюанс, ці компетентності повторюються. З іншої

сторони вона містить лише одну загальну компетентність 8, яка по перше також повторюється, а по друге є лише єдиною, таким чином метод пропустить дану дисципліну та перейде до наступної. Компетентностями ВД7 є СК12, СК16 та ЗК10, які роблять дану дисципліну придатною для додавання у випадку охоплення максимуму спеціальних компетентностей, теж саме не скажеш у випадку охоплення загальних компетентностей (рисунок 2.19).

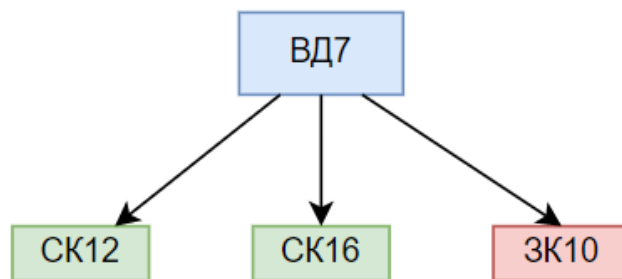


Рисунок 2.19 – Частково задовольняючі компетентності ВД7

На черзі восьма вибіркова дисципліна, та її СК14, ЗК10, ЗК11, які вказують на її повну невідповідність існуючим вимогам, а також на її логічне упущення методом повного перебору. Вибіркова дисципліна 9, а також її СК6, СК12 та ЗК12 підказують методу повного перебору на її можливе додавання до ІОТ, якщо та орієнтована на максимальне охоплення спеціальних компетентностей, на відміну від випадку охоплення загальних компетентностей. І останньою дисципліною на розгляді є ВД10, та її СК13, СК15, ЗК13, ЗК14, що роблять її ідеальним кандидатом для ІОТ, за рахунок максимального охоплення загальних і спеціальних компетентностей, які при цьому є унікальними (рисунок 2.19).

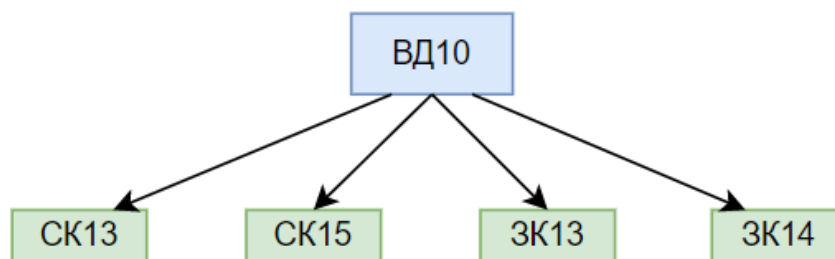


Рисунок 2.19 – Вибіркова дисципліна, яка може вважатись ідеальною для ІОТ

Для отримання кращого розуміння роботи повного перебору з дисциплінами та їх компетентностями, було створено діаграму діяльності, яка демонструє покрокове виконання методу (рисунок 2.20).

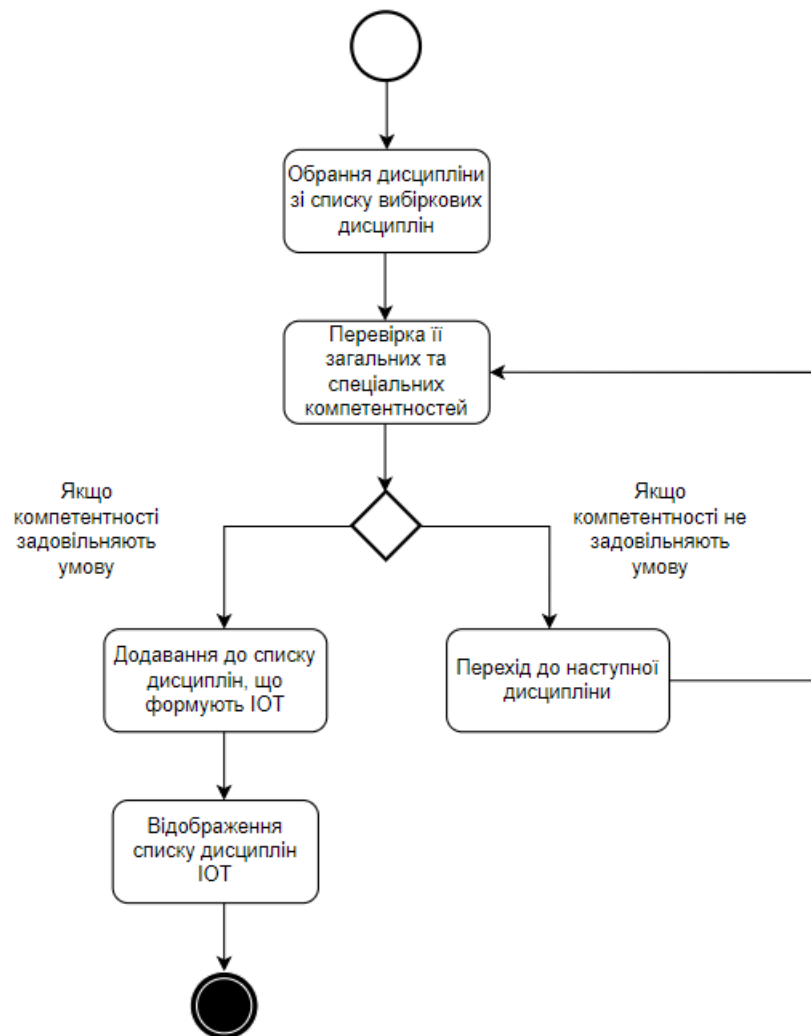


Рисунок 2.20 – Діаграма діяльності методу повного перебору

Якщо порівнювати обидва результати формування ІОТ то можна побачити, що їх вміст відрізняється. ІОТ, що застосовує повний перебір є меншою в об’ємі, але при цьому вона включає дисципліни з унікальними компетентностями, чого і вимагає умова формування ІОТ. У випадку, де ІОТ не використовує метод повного перебору, включаються дисципліни, компетентності яких повторюються. Таким чином певні предмети можуть розвивати у студента одні і ті ж навички, які потенційно можуть виплисти в ознаки невисококваліфікованого спеціаліста.

2.4 Висновки до другого розділу

Було запропоновано метод побудови індивідуальної освітньої траєкторії для студентів вищих навчальних закладів. Запропонований метод використовує два списки дисциплін, один з них відповідає за обов'язкові дисципліни, які безперечно повинні входити до ІОТ, а інший за вибіркові. За рахунок вибірових дисциплін ІОТ формується таким чином, щоб максимально охопити певний спектр компетентностей. Такі компетентності або уміння можуть бути як спеціальними, так і загальними, що надає змогу студенту обрати особистий шлях його становлення висококваліфікованим спеціалістом в певній області знань. Метод включає процедуру оптимізації індивідуальної освітньої траєкторії за допомогою методу повного перебору, ціль якого була додавати до ІОТ лише ті дисципліни, компетентності яких є унікальними, а їх кількість є якомога більшою.

3 Програмна реалізація

3.1 Опис інформаційної системи

Оскільки, більшість користувачів персональних комп'ютерів, ноутбуків та інших гаджетів використовують програмне забезпечення у вигляді вебзастосунків, які в свою чергу вважаються швидкими на реагування, а також легкими у розширенні, було прийнято рішення реалізувати інформаційну систему у вигляді вебсайту. Розроблюваний вебсайт буде нараховувати у собі дві ролі, а саме роль адміністратора та роль студента.

Розпочати слід з адміністратора, оскільки, саме він буде створювати так звану початкову ініціалізацію індивідуальної освітньої траєкторії у вигляді списку обов'язкових дисциплін. Це означає, що йому будуть надані можливості для створення списків, а також дисциплін що будуть міститися у цих списках. В адміністратора також буде присутня можливість прочитати, оновити і видалити раніше створені списки та їх дисципліни. Детальніше переглянути функції адміністратора можна на рисунку 3.1.

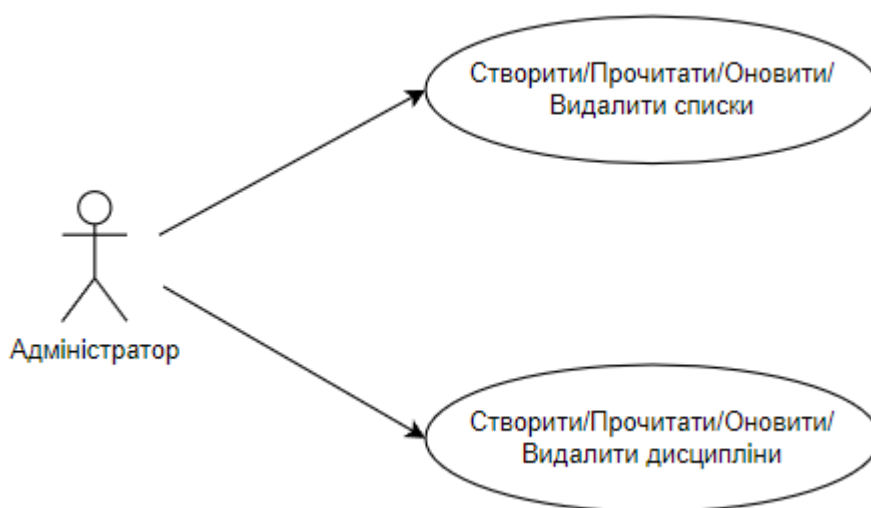


Рисунок 3.1 – Функції адміністратора

Щодо ролі студента, то вона нараховує певні функції, які повторюються з функціями адміністратора, але також вона містить й унікальні функції. До функцій,

що повторюються, можна віднести: перегляд списків; перегляд дисциплін зі списків. А до унікальних функцій відноситься: генерування списку дисциплін ІОТ з максимальним охопленням загальних компетентностей; генерування списку дисциплін ІОТ з максимальним охопленням спеціальних компетентностей. Загальну картину функцій студента можна побачити на рисунку 3.2.

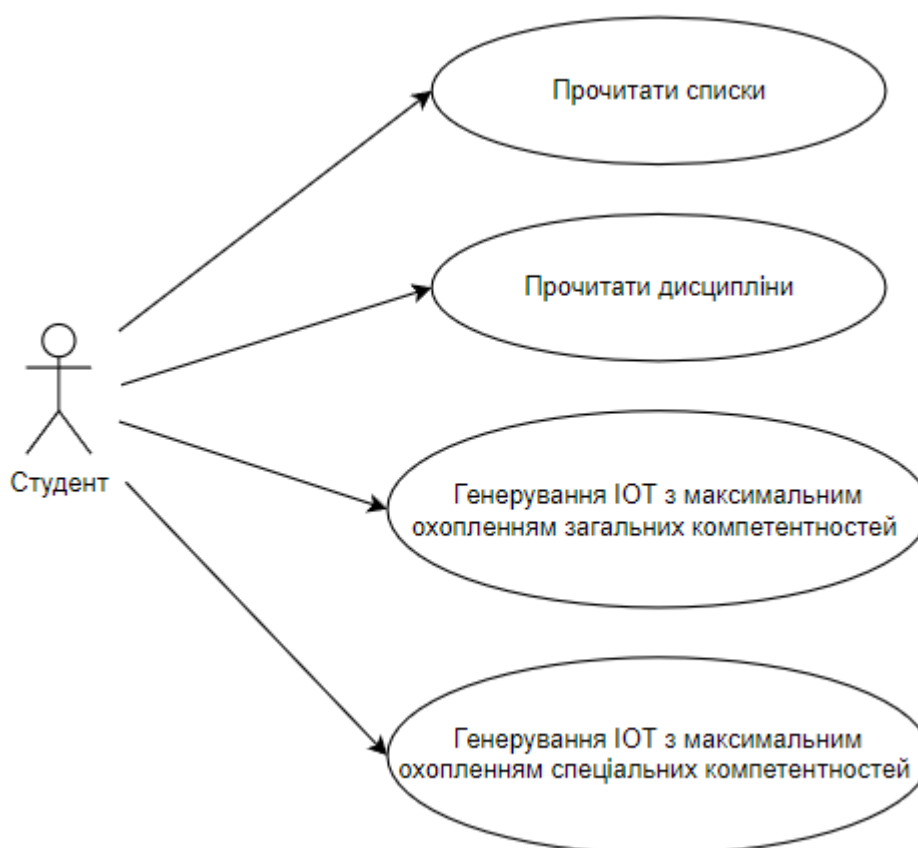


Рисунок 3.2 – Функції студента

Після етапу визначення ролей та їх функцій, потрібно сформувати головні сутності бази даних, які теж є необхідними для реалізації повноцінної інформаційної системи. Якщо дивитись на ідею вебзастосунку, можна виділити такі ключові сутності як:

- адміністратор;
- список;
- дисципліна.

Кожній сутності є притаманні певні атрибути, у випадку з адміністратором можна виділити електронну адресу, пароль та ім'я (рисунок 3.3). Перші 2 атрибути є необхідними, оскільки саме за допомогою них користувач ІС буде перевтілюватись з гостя на адміністратора, а ім'я є одним із елементів за допомогою яких адміністраторів можна відрізняти.

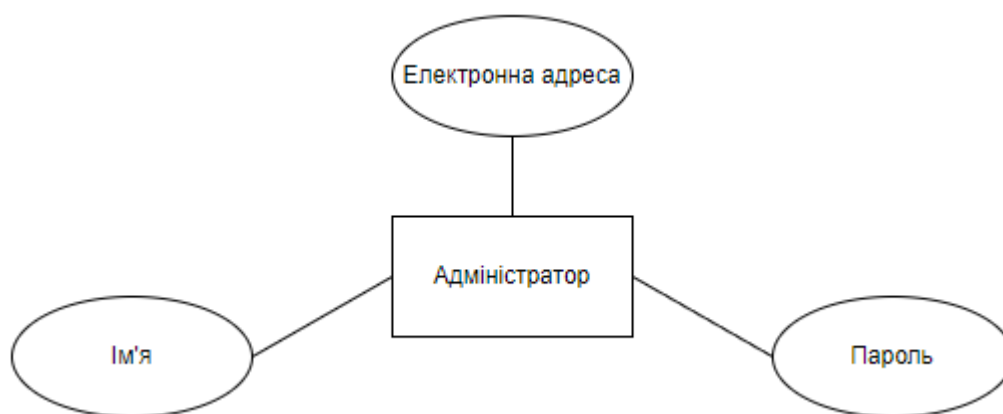


Рисунок 3.3 – Сутність «Адміністратор» та її атрибути

В свою чергу список буде нараховувати назву та дисципліни (рисунок 3.4). Користь назви полягає у тому, що за допомогою неї списки можна відрізняти, а дисципліни є невід'ємною складовою списку, без якої він немає сенсу на існування.

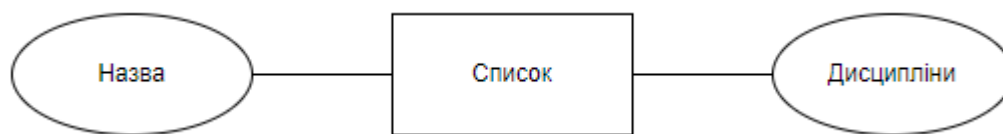


Рисунок 3.4 – Сутність «Список» та її атрибути

І логічним закінченням ланцюжку сутностей, є дисципліна. До ключових атрибутів дисципліни можна віднести її назву, кредити, загальні та спеціальні компетентності (рисунок 3.5). Аналогічно до випадку зі списком, назва виконує функції додаткового ідентифікатора, а за допомогою кредитів вираховується час, протягом якого можна вивчати дисципліну. Загальні та спеціальні компетентності показують навички, які розвиває у студента конкретна дисципліна.

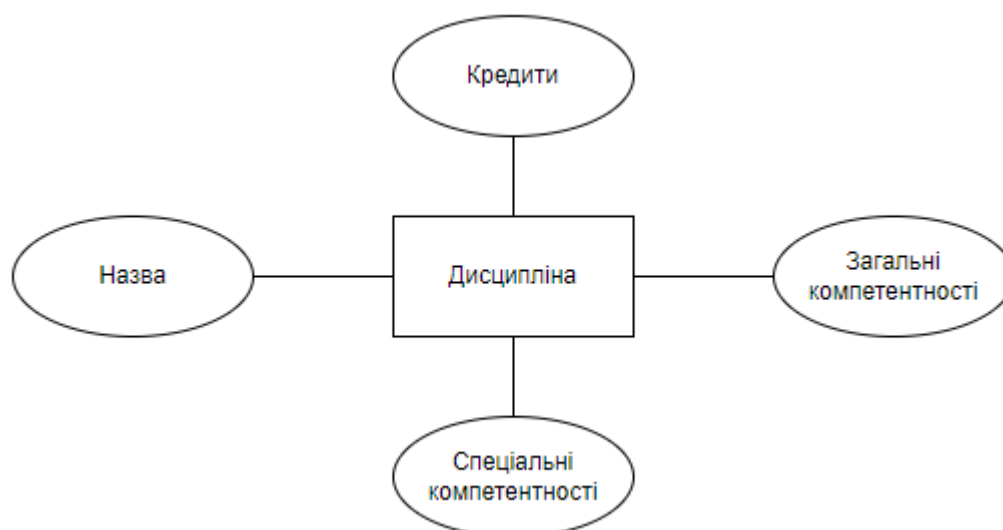


Рисунок 3.5 – Сутність «Дисципліна» та її атрибути

Раніше згадувалось, що певні атрибути виконують лише додаткову функцію ідентифікатора, це означає що база даних буде автоматично додавати повноцінний числовий ідентифікатор до кожної сутності. При програмній реалізації ІС, сутності будуть представлені в БД як документи, а атрибути у вигляді ключів та значень. Щоб зрозуміти як будуть виглядати документи БД, були сформовані таблиці 3.1 – 3.3.

Таблиця 3.1 – Документ «Адміністратор»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	id	int	Числовий ідентифікатор
2.	name	String	Ім'я, як додатковий ідентифікатор адміна
3.	password	String	Пароль для входу в ІС
4.	email	String	Електронна адреса, як логін для входу в ІС

Таблиця 3.2 – Документ «Список»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
-------	----------------	-----------	------

1.	id	int	Числовий ідентифікатор
2.	title	String	Назва, як додатковий ідентифікатор списку
3.	disciplines	[]	Масив, який буде зберігати у собі ряд дисциплін

Таблиця 3.3 – Документ «Дисципліна»

№ п/п	Назва атрибуту	Тип даних	Опис
1.	id	int	Числовий ідентифікатор
2.	title	String	Назва, як додатковий ідентифікатор дисципліни
3.	credits	Number	Кредити, які визначають проміжок часу для вивчення поточної дисципліни
4.	softSkills	[]	Масив загальних компетентностей дисципліни
5.	hardSkills	[]	Масив спеціальних компетентностей дисципліни

Після розгляду функцій адміністратора й студента, що сформувавши сутності та їх атрибути, можна з легкістю сформулювати приблизне використання ІС, що надасть можливість визначити потреби програмного забезпечення у конкретних програмних модулях. Отже, якщо мова йде про використання вебзастосунку адміністратором, то спершу потрібно перевіряти чи присутній той чи інший користувач, який видає себе за адміністратора у відповідній базі даних з такими правами. Таким чином можна зрозуміти, що програма потребує модуль, який буде займатися авторизацією користувачів. Відповідно до функцій адміністратора, він також повинен мати доступ до функціоналу створення, читання або ж перегляду, оновлення і видалення списків

дисциплін, які безпосередньо формують ІОТ. Це говорить про потребу в іншому програмному модулі, який буде займатися вже створенням самих дисциплін. Звідси випливає, що ІС також потребує модуль створення дисциплін.

Якщо розглядати використання вебзастосунку з боку студента, то перший модуль який повинен бути присутнім в ІС, є модуль перегляду списків та їх дисциплін. Натяк на необхідність даного модулю, надають функції студента: перегляд списків; перегляд дисциплін. В свою чергу функції генерування ІОТ з максимальним охопленням загальних та спеціальних компетентностей, натякають на необхідність іншого модулю, який буде відповідати за створення самої ІОТ, що може бути націлена на охоплення тих чи інших навичків. У підсумку можна переглянути всі необхідні модулі для коректної роботи програми на рисунку 3.3.

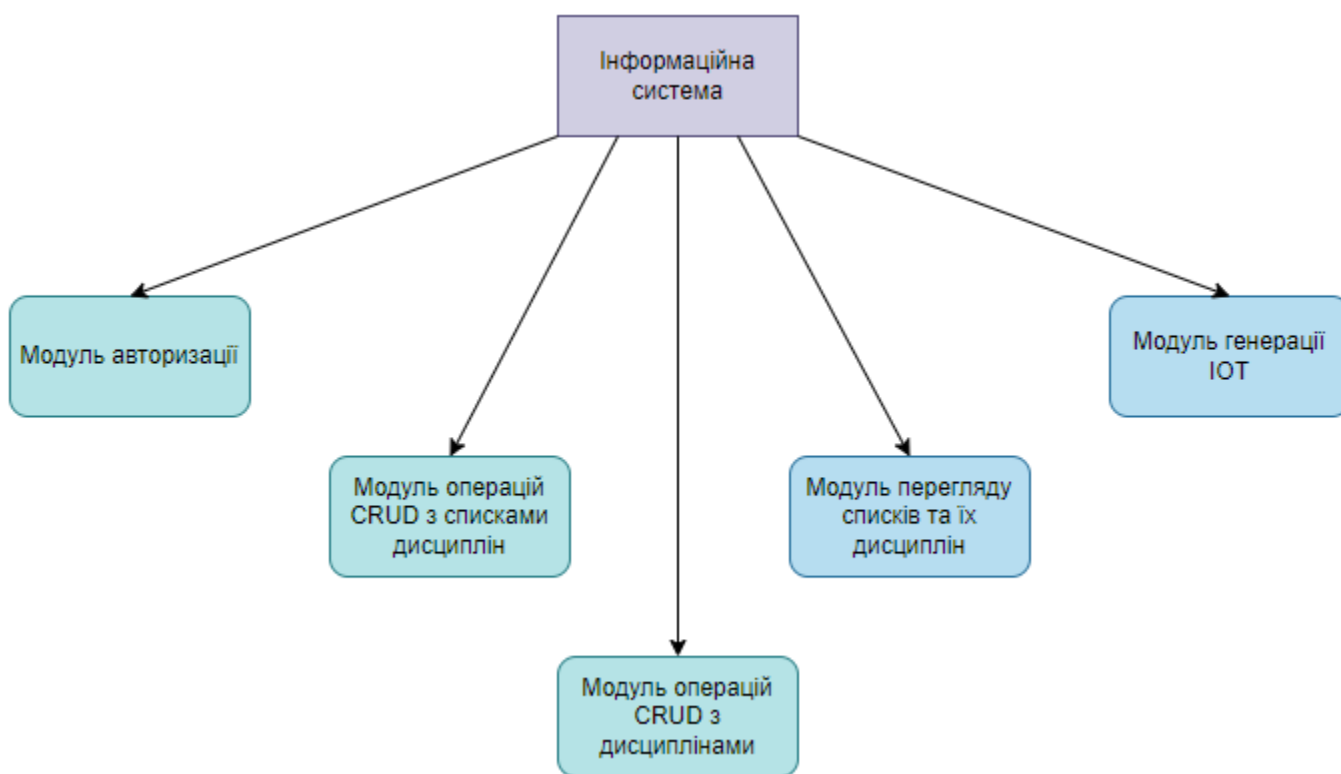


Рисунок 3.3 – Інформаційна система та її модулі

Попередній рисунок демонструє інформаційну систему та модулі з яких вона складається. Також на ньому можна побачити, що модулі які зображені із зеленим відтінком відносяться до адміністратора, а модулі які зображені з синім відтінком до

студента. Таким чином був здійснений етап визначення та класифікації необхідних модулів інформаційної системи, і далі необхідно перейти до формування їх структури.

3.2 Структура і функціональне призначення модулів системи та їх взаємозв'язок

Модуль авторизації буде першим, структура і функціональне призначення якого буде розглядатись. Мета даного модуля полягає у наданні доступу конкретному користувачу до певної, захищеної складової інформаційної системи. В даному випадку користувач буде проходити авторизацію, щоб потрапити на адміністративну сторону вебзастосунку. Звідси випливає, що модуль буде перевіряти його логін та пароль. У випадку коли його дані співпадають з тими, що вже містяться у базі даних вебсайту, йому будуть надані права адміністратора, в іншому випадку йому буде заборонений вхід. Переглянути детальніше роботу модуля авторизації можна на діаграмі діяльності (рисунок 3.4).

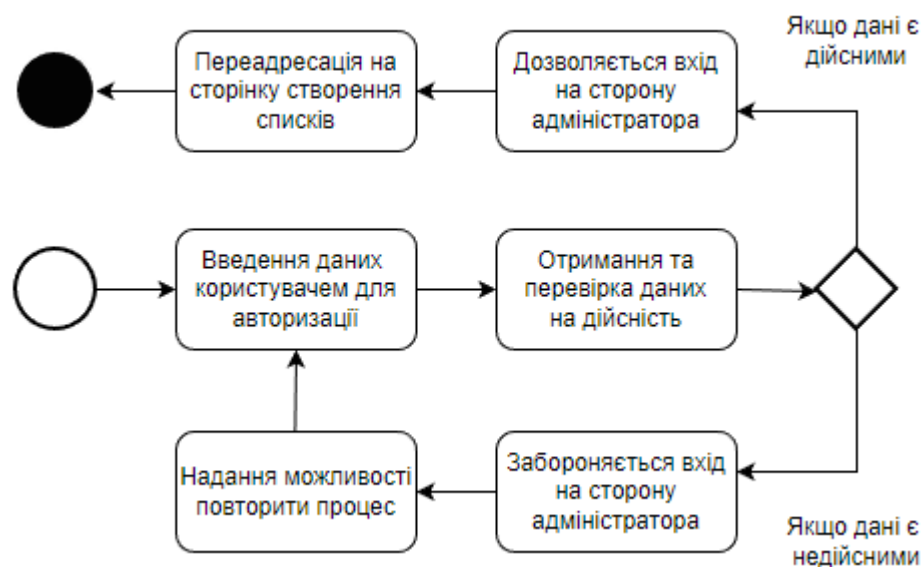


Рисунок 3.4 – Діаграма діяльності модуля авторизації

Наступний модуль відповідає за функціонал, за допомогою якого адміністратор здатен створити, прочитати, оновити та видалити списки з яких безпосередньо і формується ІОТ. Робота даного модуля є достатньо простою, при натиску на конкретну кнопку відбудеться відповідна операція, схематично це можна переглянути на його діаграмі діяльності, яка зображена на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Діаграма діяльності модуля операцій CRUD для списків

В свою чергу модуль операцій CRUD, що стосується навчальних предметів працює аналогічним чином. Він також надаватиме адміністратору функціонал для здійснення операцій створення, читання, оновлення та видалення, його діаграму діяльності можна побачити на рисунку 3.6.



Рисунок 3.6 – Діаграма діяльності модуля операцій CRUD для дисциплін

Залишається останній модуль, який відповідає за створення індивідуальної освітньої траєкторії для студентів. Робота даного модуля розпочинається з використання раніше сформованого списку обов'язкових дисциплін, який надалі буде доповнюватися дисциплінами з вибіркового списку в залежності від обраного параметра побудови ІОТ. Значенням такого параметру може бути охоплення максимуму загальних компетентностей або охоплення максимуму спеціальних компетентностей. Далі робота продовжується перевіркою суми кредитів переліку обов'язкових дисциплін разом з кредитами дисципліни, яка є наступною у черзі на

додавання. Якщо їх сума є меншою за визначений ліміт кредитів на певний навчальний період, а також її компетентності не повторюються з тими, що належать дисциплінам з обов'язкового списку, то така дисципліна буде додана до ІОТ. Задля отримання більшої конкретики, можна переглянути діаграму діяльності даного модуля, що зображена на рисунку 3.7.

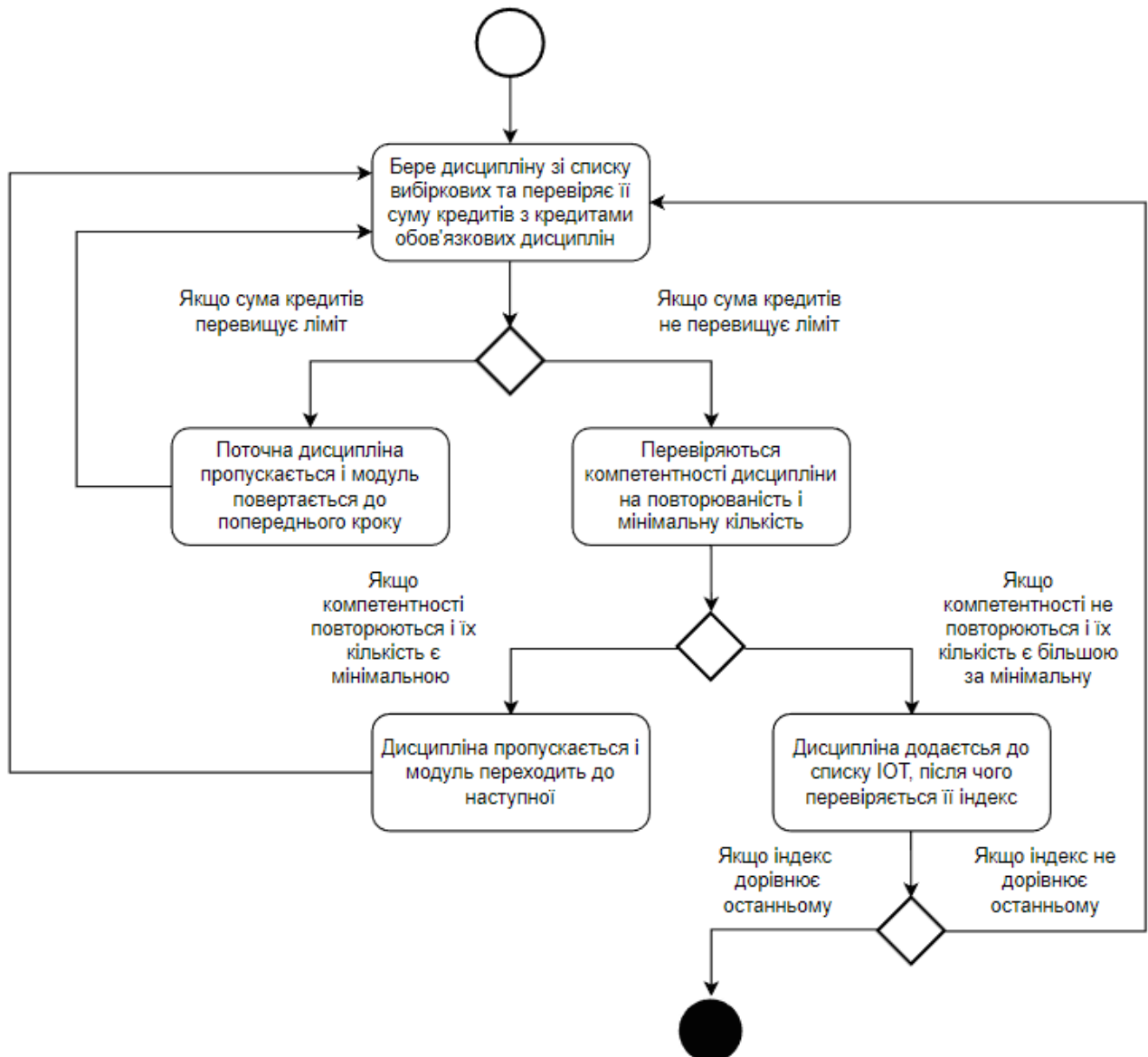


Рисунок 3.7 – Діаграма діяльності модуля створення ІОТ

Якщо розглядати послідовність програмних модулів зі сторони студента, то все розпочинається з модуля перегляду списків та дисциплін. Оскільки, студент переходячи за відповідним електронним посиланням потрапляє на сторінку «Про

ресурс», на якій відображаються списки та їх дисципліни. Після цього у студента з'являється можливість побудувати власну освітню траєкторію шляхом натискання відповідної кнопки, що спровокує роботу модуля генерації ІОТ. Але всі ці процеси відбуваються при умові, що списки та їх дисципліни є створеними. Звідси випливає що, спершу потрібно пройти авторизацію для входу на адміністративну сторону вебзастосунку, лише після цього з'являється можливість створення елементів, які формують ІОТ. Таким чином можна дійти до висновку що послідовність спрацювання модулів буде наступною: 1) модуль авторизації; 2) модуль операцій CRUD списків; 3) модуль операцій CRUD дисциплін; 4) модуль перегляду списків та їх дисциплін; 5) модуль генерації ІОТ. Графічно цю послідовність демонструє рисунок 3.8.

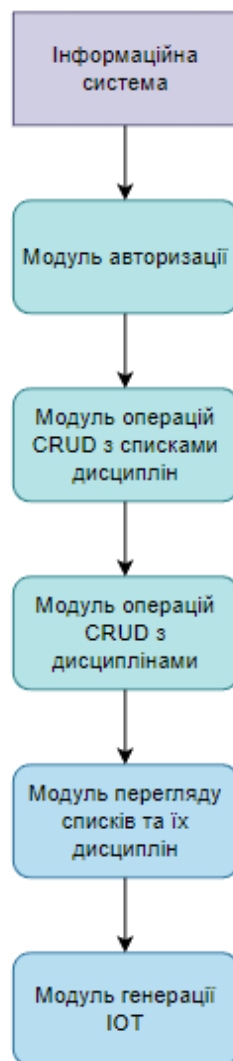


Рисунок 3.8 – Послідовність виконання модулів ІС

3.3 Розробка програмних модулів

У попередньому розділі було визначено послідовність виконання програмних модулів інформаційної системи, тому розробка розпочинається саме з модуля авторизації. Відповідно до функцій авторизації, у ній мають нараховуватись 2 текстових поля для введення даних, а також кнопка для їх відправлення на перевірку. Реалізується ця частина за допомогою таких технологій як: HTML5, SCSS3. А для обробки даних застосовується технологія Angular. У даному модулі також присутня функція обробки, яка перевіряє чи текстові поля містять дані. У випадку коли дані не були введені частково або повністю, користувачу відображається спливаюче вікно, яке повідомляє про конкретну помилку. В іншому випадку, коли дані були введені в обидва текстові поля, функція перевіряє їх присутність у базі даних. Якщо дані збігаються, викликається інша функція, яка здійснює вхід у систему.

Ідея модуля операцій CRUD зі списками дисциплін полягає у виконанні маніпуляцій над списками при натисканні відповідних кнопок. Тому, візуальна частина даного модуля нараховує у собі 2 кнопки, одна призначена для створення списку, а інша для його видалення. Також у візуальній частині присутнє текстове поле для введення назви списку разом з можливістю редагування та автоматичного збереження змін. Щодо частини обробки операцій CRUD над списками, то вона містить 4 функції, де кожна з них призначена для виконання конкретної операції. Згідно з визначеними функціями даного модуля, операцією може бути як створення, оновлення, збереження та видалення списку. Якщо говорити про коректну роботу модуля, то він повинен містити і посилання на конкретний список, вже в середині якого будуть зберігатись його дисципліни.

Відповідно до опису інформаційної системи, наступний модуль операцій CRUD повинен вміщувати у собі дисципліни та функціонал за допомогою якого вони можуть бути модифіковані. Опис ІС також говорить про те, що кожна дисципліна буде складатись з назви, кредитів, загальних та спеціальних компетентностей. Це в свою чергу натякає на присутність текстових полів, а також елементів випадаючого меню у графічній частині модуля. А його технічна частина містить насамперед

функцію створення, яка займається додаванням дисциплін у списки. Також частина обробки зберігає раніше визначені, статичні компетентності та їх ідентифікатори. Саме ці компетентності при виборі з випадаючого меню, будуть присвоюватись дисциплінам.

Раніше була розглянута розробка програмних модулів системи, які стосувались більшою мірою адміністратора. Наступний модуль цілком націлений на студента, він здатен продемонструвати йому дані, які будуть застосовуватись у процесі побудови індивідуальної освітньої траєкторії. До таких даних відноситься список обов'язкових дисциплін, а також список вибіркових дисциплін.

Модуль який надає можливість студенту переглянути потенційні списки дисциплін з яких може складатись його майбутня траєкторія, є доволі компактним і не громіздким. Це означає, що для виконання необхідних функцій ІС, які в даному випадку орієнтовані на студента, даний модуль використовує 2 цикли. Перший цикл займається відображенням лише 2 необхідних списків, а інший відображенням їх дисциплін.

Залишається розробити останній модуль, ціль якого створити індивідуальну освітню траєкторію. Даний модуль буде генерувати новий список, в якому будуть вміщуватись усі дисципліни зі списку обов'язкових, після чого даний список буде доповнюватись певними вибірковими дисциплінами в залежності від обраного параметру побудови. Таким чином робота модуля розпочинається з отримання доступу до обов'язкових дисциплін, продовжується перевіркою обраного параметру, яким може бути охоплення максимуму загальних навичків або охоплення максимуму спеціальних навичків. Після цього обирається перша дисципліна зі списку вибіркових, її кредити додаються до кредитів обов'язкових дисциплін, якщо їхня сума не перевищує заданий ліміт, то далі відбувається перевірка її компетентностей. У випадку обрання параметру охоплення максимуму загальних навичків, перевіряються саме загальні навички вибіркової дисципліни. Якщо вони не співпадають з навичками обов'язкових дисциплін та їх кількість не є мінімальною, вона додається до формуючого списку ІОТ.

3.4 Висновки до третього розділу

Під час виконання третього розділу було реалізовано інформаційну систему методу побудови оптимальної індивідуальної освітньої траєкторії із визначенням ролей користувачів інформаційної системи, а саме роль адміністратора та роль студента. Функціями адміністратора є: створення, прочитання, редагування та видалення списків дисциплін, а також самих дисциплін. А до функцій студента відноситься: перегляд списків дисциплін, побудова індивідуальної освітньої траєкторії. На базі присвоєних функцій, було побудовано ряд програмних модулів для коректної роботи інформаційної системи, додатково було побудовано модуль авторизації задля надання прав адміністратора конкретному користувачу. Тому програмними модулями ІС є:

- модуль авторизації;
- модуль операцій CRUD зі списками дисциплін;
- модуль операцій CRUD дисциплін;
- модуль перегляду списків та їх дисциплін;
- модуль побудови ІОТ.

Було здійснено проектування алгоритмів всіх програмних модулів вебзастосунку створенням повнофункціонального програмного продукту, здатного формувати оптимальну ІОТ, що базується на положеннях Державних стандартів у сфері освіти та побажаннях здобувача вищої освіти.

4 Апробація програмної інформаційної системи

4.1 Порядок використання інформаційної системи

Спершу, використовувати інформаційну систему слід як адміністратор задля створення початкових даних, з яких у подальшому буде формуватися ІОТ. Для цього слід перейти на сторінку авторизації, ввести логін та пароль (рисунок 4.1). У випадку коли користувач є новим, його буде зареєстровано та переадресовано на сторінку створення списків, в іншому випадку буде одразу здійснена переадресація.

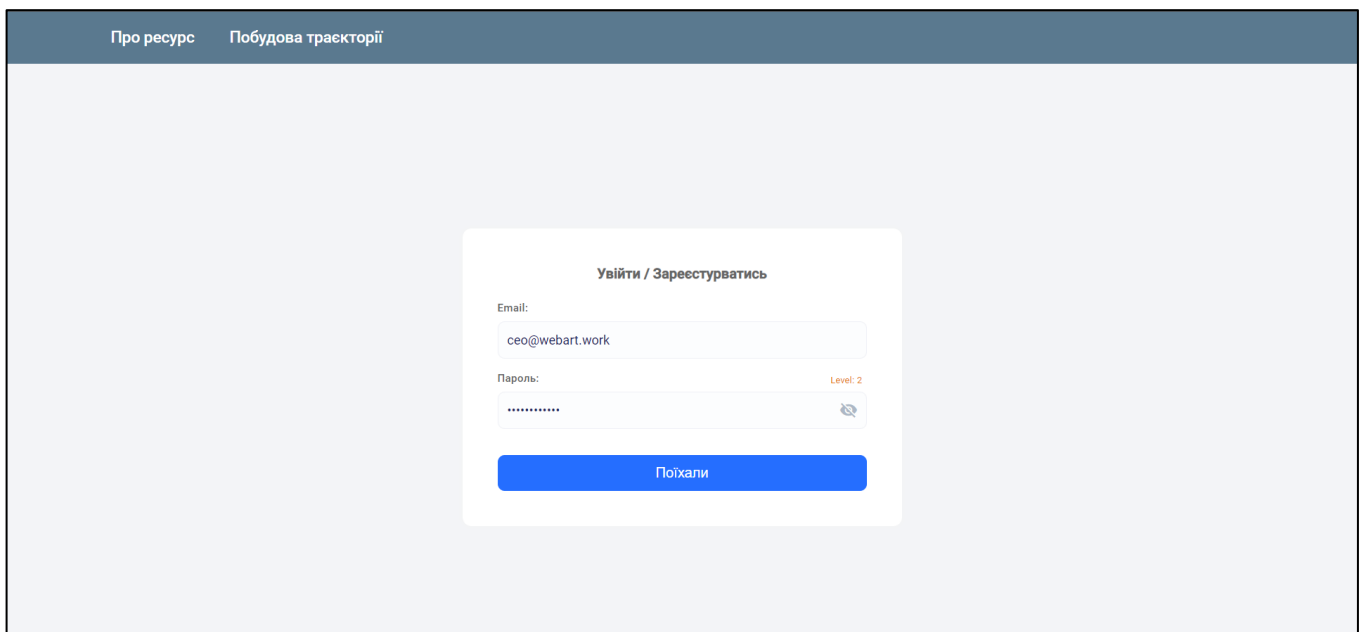
The image shows a web browser window with a dark blue header containing the text 'Про ресурс' and 'Побудова траєкторії'. The main content area is light gray and features a white login form. The form has a title 'Увійти / Зареєструватись'. It contains two input fields: 'Email:' with the value 'ceo@webart.work' and 'Пароль:' with a masked password '.....'. To the right of the password field is a 'Level: 2' indicator and a small eye icon. Below the fields is a blue button labeled 'Пішли'.

Рисунок 4.1 – Сторінка авторизації

Якщо користувач успішно отримав права адміністратора, то у нього з'являються можливості маніпулювання списками та їх дисциплінами (рисунок 4.2).

Відповідно до таких маніпуляцій відноситься:

- створення списку;
- задання його імені;
- перехід на сторінку редагування (операції CRUD з дисциплінами);
- видалення списку.

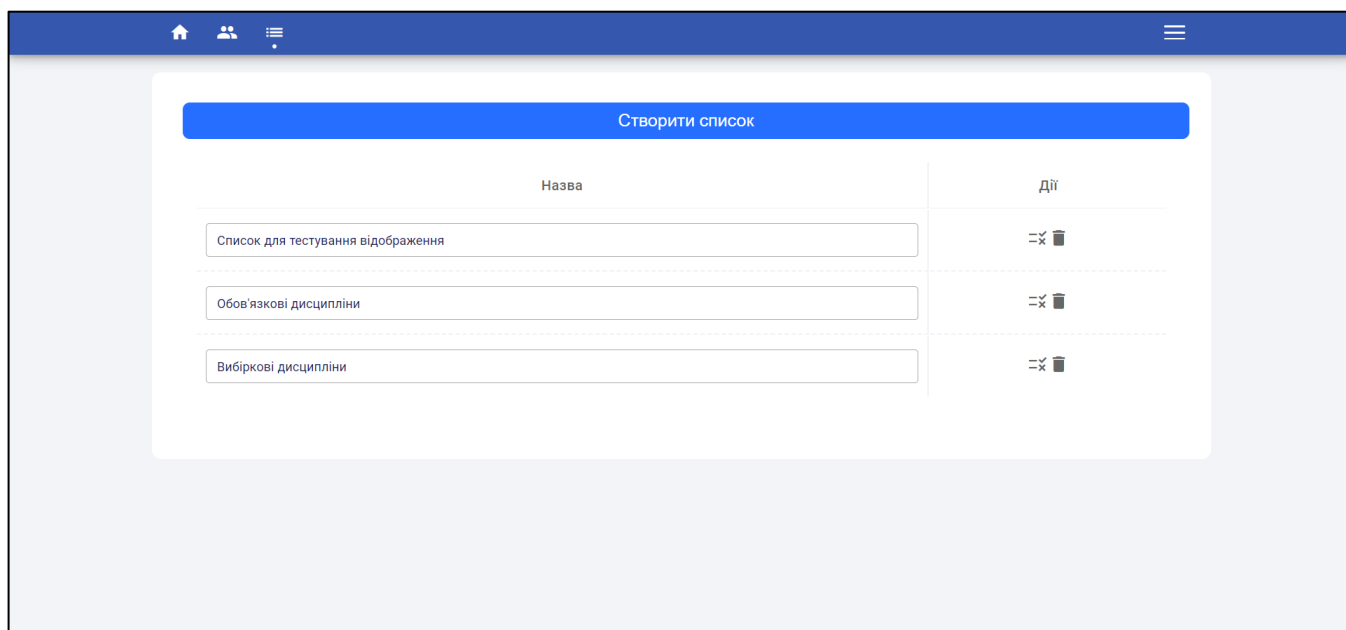


Рисунок 4.2 – Адміністративна сторінка керування списками

Наступне, що повинен зробити адміністратор після створення списків, це заповнити їх. Для цього він переходить до конкретного списку та натискає на відповідну іконку управління. Таким чином він потрапить на сторінку, де зможе створювати дисципліни, редагувати назви, задавати кредити, присвоювати загальні та спеціальні компетентності (рисунок 4.3).

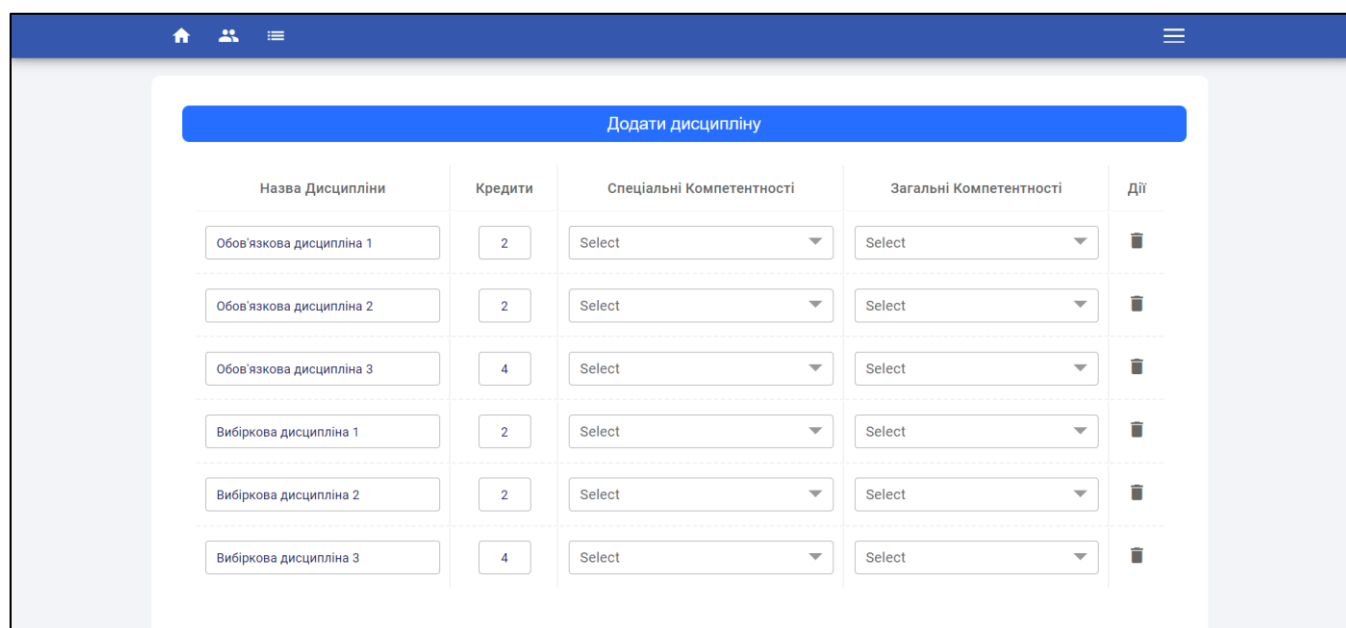


Рисунок 4.3 – Адміністративна сторінка управління списком

На даному етапі, все що вимагається від адміністратора можна вважати виконаним. Якщо розглядати вебзастосунок зі сторони студента, то його досвід використання розпочинається зі сторінки «Про ресурс» (рисунок 4.4).

Про ресурс **Побудова траєкторії**

Що таке побудова освітньої траєкторії та чому вона важлива

Індивідуальна освітня траєкторія користується популярністю в розвинутих країнах світу вже не перший рік. Ефективність даної системи демонструють випускники освітніх закладів, які стають успішними в обраній ними професійній діяльності, таким чином вони покращують позиції своєї країни у різних світових рейтингах і тим самим доводять значимість ІОТ. Існує кілька способів побудови ІОТ, в даному ресурсі представляється спосіб побудови, що включає перелік обов'язкових предметів, які будуть доповнюватися предметами з додаткового переліку при виборі конкретного параметру, наприклад максимуму загальних чи спеціальних компетентностей. Переліки обов'язкових та додаткових предметів можна переглянути нижче.

Обов'язкові дисципліни			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Вища математика	15	СК1 СК2	ЗК1 ЗК3
Фізика	5	СК3	ЗК2
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК4	ЗК4 ЗК5
Теорія алгоритмів	5	СК5 СК6	ЗК6

Рисунок 4.4 – Студентська сторінка «Про ресурс»

Сторінка «Про ресурс» містить у собі інформацію, яка повністю стосується тематики індивідуальної освітньої траєкторії, а також функціоналу даної інформаційної системи. Прогортавши сторінку до низу, студент отримує змогу побудувати власну ІОТ натискаючи на відповідну кнопку (рисунок 4.5).

Операційні системи	5	СК14	ЗК10 ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК6 СК12	ЗК12
Технічна механіка	5	СК13 СК15	ЗК13 ЗК14
Геометричне моделювання	5	СК16	ЗК15

[Перейти до формування](#)

Рисунок 4.5 – Кнопка для переходу на сторінку формування ІОТ

На сторінці побудови траєкторії, студент отримує детальну інформацію про процес формування ІОТ. Також він повинен обрати параметр побудови, яким може бути охоплення максимуму загальних компетентностей або максимуму вибірових компетентностей, згодом натискаючи на кнопку «Сформувати траєкторію», отримує відповідну особисту освітню траєкторію (рисунок 4.6).

Як будується індивідуальна освітня траєкторія?

Індивідуальна освітня траєкторія будується за допомогою списку обов'язкових дисциплін, а також за допомогою списку вибірових дисциплін. Обидва списки визначені довільним шляхом заради демонстрації роботи методу побудови ІОТ, який полягає у формуванні набору дисциплін таким чином, щоб в кінці були охоплені усі необхідні компетентності.

Перед натисканням на кнопку "Сформувати траєкторію", оберіть параметр цільової функції.

Max ЗК Max СК

Сформувати траєкторію

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Вища математика	15	СК1 СК2	ЗК1 ЗК3
Фізика	5	СК3	ЗК2
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК4	ЗК4 ЗК5
Теорія алгоритмів	5	СК5 СК6	ЗК6
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	СК7	ЗК7 ЗК8
Операційні системи	5	СК14	ЗК10 ЗК11
Технічна механіка	5	СК13 СК15	ЗК13 ЗК14

Рисунок 4.6 – Сформована ІОТ

Після розгляду використання ІС як зі сторони адміністратора так і сторони студента, її слід протестувати на наборі реальних даних. Це означає, що потрібно згенерувати списки дисциплін з кредитами, загальними та спеціальними компетентностями, які використовуються у вищих навчальних закладах.

4.2 Апробація методу на прикладі спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки»

Для виконання апробації методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії, було обрано перелік дисциплін спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки», який використовується у Хмельницькому національному університеті. Також було запозичено значення кредитів для одного року навчання, яке не повинна

перевищувати сформована ІОТ. Перелік нараховує 19 дисциплін, що можна цілком вважати достатньою кількістю для вибірки при побудові ІОТ на один навчальний рік. Переглянути дані дисципліни разом з присвоєними їм кредитами, спеціальними та загальними компетентностями, можна у таблиці 4.1 та у таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Сформований перелік обов’язкових дисциплін

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
Вища математика	5	СК1	ЗК1
Фізика	5	СК3	ЗК4
Об’єктно-орієнтоване програмування	5	СК5	ЗК5
Мови об’єктно-орієнтованого програмування	5	СК4	ЗК2
Теорія алгоритмів	5	СК2	ЗК3

Таблиця 4.2 – Сформований перелік вибіркових дисциплін

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
Алгоритмізація та програмування	5	СК6, СК7	ЗК9
Англійська мова	5	СК8	ЗК6, ЗК7
Комп’ютерна графіка та геометрія	5	СК8, СК9	ЗК9, ЗК5
Дискретна математика	5	СК1	ЗК8, ЗК10
Електротехніка та електроніка	5	СК9	ЗК9, ЗК11

Чисельні методи	5	СК10	ЗК12
Інтегровані комп'ютерні системи	5	СК10, СК11	ЗК10
Операційні системи	5	СК12, СК13	ЗК10, ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК14, СК15	ЗК14, ЗК15
Технічна механіка	5	СК8	ЗК12, ЗК13
Геометричне моделювання	5	СК15, СК16	ЗК15

Щоб зрозуміти розвиток, який веде за собою та чи інша компетентність, існують спеціальні пояснення, які формуються Міністерством освіти і науки України. Для демонстрації роботи методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії було обрано реальні компетентності, які також відносяться до спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки» ступеня вищої освіти – «бакалавр», переглянути пояснення до загальних та спеціальних компетентностей можна у таблицях 4.3-4.4 [16].

Таблиця 4.3 – Перелік загальних компетентностей

Загальні компетентності	<p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p>
-------------------------	---

	<p>ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК10. Здатність бути критичним і самокритичним.</p> <p>ЗК11. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p>ЗК13. Здатність діяти на основі етичних міркувань.</p> <p>ЗК14. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.</p> <p>ЗК15. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p>
--	---

Таблиця 4.4 – Перелік спеціальних компетентностей

<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</p>	<p>СК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування.</p> <p>СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної,</p>
--	--

нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

СК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.

СК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.

СК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.

СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем,

проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.

СК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.

СК9. Здатність реалізувати багаторівневу обчислювальну модель на основі архітектури клієнт-сервер, включаючи бази даних, знань і сховища даних, виконувати розподілену обробку великих наборів даних на кластерах стандартних серверів для забезпечення обчислювальних потреб користувачів, у тому числі на хмарних сервісах.

СК10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.

СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

СК12. Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності функціонування операційних систем і системного програмного забезпечення.

	<p>СК13. Здатність до розробки мережевого програмного забезпечення, що функціонує на основі різних топологій структурованих кабельних систем, використовує комп'ютерні системи і мережі передачі даних та аналізує якість роботи комп'ютерних мереж.</p> <p>СК14. Здатність застосовувати методи та засоби забезпечення інформаційної безпеки, розробляти й експлуатувати спеціальне програмне забезпечення захисту інформаційних ресурсів об'єктів критичної інформаційної інфраструктури.</p> <p>СК15. Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.</p> <p>СК16. Здатність реалізовувати високопродуктивні обчислення на основі хмарних сервісів і технологій, паралельних і розподілених обчислень при розробці й експлуатації розподілених систем паралельної обробки інформації.</p>
--	---

При апробації дисциплінам будуть присвоюватись компетентності довільним чином аналогічно до того, як це було зроблено у таблицях 4.1-4.2. Процес довільного присвоєння компетентності конкретному предмету не вплине на якість кінцевого результату, вона буде залишатись на тому ж рівні, що і якість кінцевого результату у випадку присвоєння компетентностей дисциплінам учбовими закладами.

Також для здійснення апробації застосовується раніше створена інформаційна система, яка здатна цілком відтворити роботу методу формування індивідуальної освітньої траєкторії на реальних даних. Апробація за допомогою вебзастосунку, поділяється на декілька етапів, які є необхідними для роботи методу. Отже, першим етапом є створення списку обов'язкових дисциплін в ІС (рисунок 4.7).

Назва Дисципліни	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності	Дії
Вища математика	5	СК1 x	ЗК1 x	🗑️
Фізика	5	СК3 x	ЗК4 x	🗑️
Об'єктно-орієнтоване програмуван...	6	СК5 x	ЗК5 x	🗑️
Мови об'єктно-орієнтованого прог	5	СК4 x	ЗК2 x	🗑️
Теорія алгоритмів	5	СК2 x	ЗК3 x	🗑️

Рисунок 4.7 – Створення списку обов'язкових дисциплін в ІС

Другим етапом можна вважати створення списку вибіркових дисциплін у вебзастосунку (рисунок 4.8). Цей етап як і попередній, включає додавання дисциплін з подальшим введенням назви, присвоєнням кредитів, а також присвоєнням компетентностей згідно таблиці 4.2.

Назва Дисципліни	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності	Дії
Алгоритмізація та програмування	5	СК6 x СК7 x	ЗК9 x	🗑️
Англійська мова	5	СК6 x	ЗК6 x ЗК7 x	🗑️
Комп'ютерна графіка та геометрія	5	СК8 x СК9 x	ЗК9 x ЗК5 x	🗑️
Дискретна математика	5	СК1 x	ЗК8 x ЗК10 x	🗑️
Електротехніка та електроніка	5	СК9 x	ЗК9 x ЗК11 x	🗑️
Чисельні методи	5	СК10 x	ЗК12 x	🗑️
Інтегровані комп'ютерні системи	5	СК10 x СК11 x	ЗК10 x	🗑️
Операційні системи	5	СК12 x СК13 x	ЗК10 x ЗК11 x	🗑️
Комп'ютерна схемотехніка та архіт	5	СК14 x СК15 x	ЗК14 x ЗК15 x	🗑️
Технічна механіка	5	СК8 x	ЗК12 x ЗК13 x	🗑️
Геометричне моделювання	5	СК15 x СК16 x	ЗК15 x	🗑️

Рисунок 4.8 – Створення списку вибіркових дисциплін

Останнім етапом є створення ІОТ, що спочатку включає у себе список обов'язкових дисциплін, а згодом його доповнення вибірконими дисциплінами, які в даному випадку відповідають параметру побудови – «Мах ЗК» (рисунок 4.9).

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Вища математика	5	СК1	ЗК1
Фізика	5	СК3	ЗК4
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК5	ЗК5
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	СК4	ЗК2
Теорія алгоритмів	5	СК2	ЗК3
Англійська мова	5	СК8	ЗК6 ЗК7
Дискретна математика	5	СК1	ЗК8 ЗК10
Електротехніка та електроніка	5	СК9	ЗК9 ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК14 СК15	ЗК14 ЗК15
Технічна механіка	5	СК8	ЗК12 ЗК13

Рисунок 4.9 – Створена ІОТ

Щоб перевірити чи дійсно дана ІОТ є найкращою, спершу слід перевірити компетентності доданих дисциплін на унікальність, а також перевірити чи є кількість компетентностей кожної дисципліни більшою за мінімальну (рисунок 4.10).

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії		
Назва Предмету	Кредити	Загальні Компетентності
Вища математика	5	ЗК1
Фізика	5	ЗК4
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	ЗК5
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	ЗК2
Теорія алгоритмів	5	ЗК3
Англійська мова	5	ЗК6 ЗК7
Дискретна математика	5	ЗК8 ЗК10
Електротехніка та електроніка	5	ЗК9 ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	ЗК14 ЗК15
Технічна механіка	5	ЗК12 ЗК13

Рисунок 4.10 – Перевірка загальних компетентностей ІОТ

Для отримання повної впевненості у тому, що метод побудови ІОТ працює належним чином, слід застосувати його для побудови ІОТ, яка вже буде націлена на охоплення максимуму спеціальних компетентностей. Для цього перед запуском методу побудови ІОТ було вказано значення «Мах СК» в якості параметру побудови, після чого натиснуто на кнопку «Сформувати траєкторію» та отримано нові результати (рисунок 4.11). Далі буде виконана аналогічна перевірка компетентностей та кредитів дисциплін ІОТ, як це було у попередньому випадку.

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії		
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності
Вища математика	5	СК1
Фізика	5	СК3
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК5
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	СК4
Теорія алгоритмів	5	СК2
Алгоритмізація та програмування	5	СК6 СК7
Комп'ютерна графіка та геометрія	5	СК8 СК9
Інтегровані комп'ютерні ситеми	5	СК10 СК11
Операційні системи	5	СК12 СК13
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК14 СК15

Рисунок 4.11 – Створена ІОТ, яка охоплює максимум СК

Переглядаючи останній рисунок можна помітити, що ІОТ з максимально охопленими спеціальними компетентностями також працює належним чином. Про це свідчить:

- сума кредитів отриманих дисциплін;
- унікальність компетентностей кожної дисципліни;
- кількість компетентностей у кожній дисципліні.

Підсумовуючи можна сказати, що реалізований метод побудови ІОТ у формі вебзастосунку, здатен створити індивідуальні освітні траєкторії, які включатимуть дисципліни з унікальними компетентностями.

4.3 Апробація методу на прикладі спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія»

Апробація методу побудови ІОТ на переліку дисциплін спеціальності 123 – «Комп’ютерна інженерія» також використовує дисципліни та значення кредитів з Хмельницького національного університету. В даному випадку перелік нараховує 14 дисциплін, що є достатнім значенням для вибірки при побудові ІОТ на один навчальний рік. Переглянути сформовані переліки дисциплін можна у таблиці 4.5 та у таблиці 4.6.

Таблиця 4.5 – Сформований перелік обов’язкових дисциплін

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1	Z3
Теорія ймовірностей та математична статистика	5	P4	Z2
Філософія	5	P3	Z4
Англійська мова	5	P2	Z5

Таблиця 4.6 – Сформований перелік вибіркових дисциплін

Назва дисципліни	Кредити	Спеціальні компетентності	Загальні компетентності
------------------	---------	---------------------------	-------------------------

Теорія інформації та кодування	5	P6, P7	Z5
Системне програмне забезпечення	5	P8, P10	Z1
Архітектура комп'ютерів	5	P9, P11	Z7
Комп'ютерне моделювання	5	P3	Z1, Z6
Захист інформації в комп'ютерних системах	5	P2, P1	Z4, Z5
Організація баз даних	5	P12	Z3
Об'єктно-орієнтовані технології програмування	5	P12, P14	Z7, Z8
Системи на програмній логіці	5	P13	Z8, Z9
Об'єктно-орієнтоване програмування	5	P14	Z9, Z10
Структури даних і алгоритми	5	P13, P15	Z8

Як і у випадку з комп'ютерними науками спеціальності 12 галузі знань – «Інформаційні технології», був затверджений наказ Міністерством освіти і науки України щодо стандарту вищої освіти для першого (бакалаврського) рівня спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» [17]. Даний стандарт вміщує у собі пояснення загальних та спеціальних компетентностей предметів освітньої програми. Переглянути списки з компетентностями можна у таблицях 4.7-4.8.

Таблиця 4.7 – Перелік загальних компетентностей

<p>Загальні компетентності</p>	<p>Z1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.</p> <p>Z2. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>Z3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>Z4. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</p> <p>Z5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>Z6. Навички міжособистісної взаємодії.</p> <p>Z7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.</p> <p>Z8. Здатність працювати в команді.</p> <p>Z9. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.</p> <p>Z10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.</p>
--------------------------------	--

Таблиця 4.8 – Перелік спеціальних компетентностей

<p>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності</p>	<p>P1. Здатність застосовувати законодавчу та нормативно правову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії</p>
--	--

- P2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- P3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.
- P4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.
- P5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.
- P6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- P7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- P8. Готовність брати участь у роботах з впровадження комп'ютерних систем та мереж, введення їх до експлуатації на об'єктах різного призначення.
- P9. Здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.
- P10. Здатність здійснювати організацію робочих місць, їхнє технічне оснащення, розміщення комп'ютерного устаткування,

	<p>використання організаційних, технічних, алгоритмічних та інших методів і засобів захисту інформації.</p> <p>P11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.</p> <p>P12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.</p> <p>P13. Здатність вирішувати проблеми у галузі комп'ютерних та інформаційних технологій, визначати обмеження цих технологій.</p> <p>P14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.</p> <p>P15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.</p>
--	--

Для апробації методу побудови ІОТ з дисциплінами спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія» використовується ІС. Процес перевірки методу в ІС розпочинається з етапу створення списку обов'язкових предметів (рисунок 4.12). Даний етап складається зі створення списку, присвоєння йому назви та додавання дисциплін. В свою чергу дисципліни також потребують присвоєння назви, кредитів та компетентностей, що робить картину аналогічною до тої, яка є в університетах.

Другий етап це – є створення списку вибіркового предметів (рисунок 4.13). Даний процес є цілком аналогічним до попереднього, єдина різниця полягає в кількості дисциплін, які він зберігає. Цей етап можна вважати кінцевим у формуванні необхідних даних для здійснення апробації. Наприкінці залишається лише здійснити саме формування, та отримати результат у вигляді ІОТ.

Додати дисципліну				
Назва Дисципліни	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності	Дії
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1 x	Z3 x	
Теорія ймовірностей та математичн	5	P4 x	Z2 x	
Філософія	5	P3 x	Z4 x	
Англійська мова	5	P2 x	Z5 x	

Рисунок 4.12 – Створення списку обов'язкових дисциплін

Слід зазначити, що список обов'язкових дисциплін повинен охоплювати лише частину необхідних компетентностей, щоб список вибіркових дисциплін мав сенс на існування. Попередній рисунок відображає відповідність даного списку правил формування.

Назва Дисципліни	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності	Дії
Теорія інформації та кодування	5	P6 x P7 x	Z5 x	
Системне програмне забезпечення	5	P8 x P10 x	Z1 x	
Архітектура комп'ютерів	5	P9 x P11 x	Z7 x	
Комп'ютерне моделювання	5	P3 x	Z1 x Z6 x	
Захист інформації в комп'ютерних	5	P2 x P1 x	Z4 x Z5 x	
Організація баз даних	5	P12 x	Z3 x	
Об'єктно-орієнтовані технології пр	5	P12 x P14 x	Z7 x Z8 x	
Системи на програмній логіці	5	P13 x	Z8 x Z9 x	
Об'єктно-орієнтоване програмуван	5	P14 x	Z9 x Z10 x	
Структури даних і алгоритми	5	P13 x P15 x	Z8 x	

Рисунок 4.13 – Створення списку вибіркових дисциплін

Формування було здійснено запуском відповідної функції при натисканні кнопки «Сформувати траєкторію», результати роботи вебзастосунку можна побачити на рисунку 4.14.

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1	Z3
Теорія ймовірностей та математична статистика	5	P4	Z2
Філософія	5	P3	Z4
Англійська мова	5	P2	Z5
Комп'ютерне моделювання	5	P3	Z1 Z6
Об'єктно-орієнтовані технології програмування	5	P12 P14	Z7 Z8
Об'єктно-орієнтоване програмування	5	P14	Z9 Z10

Рисунок 4.14 – Сформована ІОТ

Для отримання розуміння того, що метод дійсно надає найкращий результат з можливих, слід звернути увагу на компетентності дисциплін ІОТ. Попередній рисунок демонструє, що додані дисципліни в першу чергу мають унікальні компетентності, а в другу, що їх кількість є більшою за середнє арифметичне обов'язкових дисциплін. Також рисунок 4.14 показує, що сформована ІОТ була націлена на охоплення саме загальних компетентностей, оскільки вона містить такий набір дисциплін, в якому присутні лише унікальні загальні компетентності.

Щоб апробація цілком вважалась завершеною, слід побудувати ІОТ, яка буде націлена на охоплення максимуму спеціальних компетентностей. Дивлячись на попередню побудову, вже можна зрозуміти яким приблизно повинен бути кінцевий результат у випадку, коли метод працює коректно. І тому була здійснена ще одна побудова, результат якої можна побачити на рисунку 4.15.

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1	Z3
Теорія ймовірностей та математична статистика	5	P4	Z2
Філософія	5	P3	Z4
Англійська мова	5	P2	Z5
Теорія інформації та кодування	5	P6 P7	Z5
Системне програмне забезпечення	5	P8 P10	Z1
Архітектура комп'ютерів	5	P9 P11	Z7
Об'єктно-орієнтовані технології програмування	5	P12 P14	Z7 Z8
Структури даних і алгоритми	5	P13 P15	Z8

Рисунок 4.15 – Сформована ІОТ, яка охоплює максимум Р

Рисунок 4.15 демонструє, що метод також здатен побудувати ІОТ, яка охоплює максимум спеціальних компетентностей спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

4.4 Висновки до четвертого розділу

При виконанні четвертого розділу, був розглянутий порядок використання інформаційної системи, який включав у себе: авторизацію до вебзастосунку; створення списків; створення дисциплін; відображення списків; відображення дисциплін. Також було здійснено апробацію методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії на прикладі спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки» та 123 – «Комп'ютерна інженерія». Результати комп'ютерної симуляції довели, що за допомогою запропонованого методу генеруються індивідуальні освітні траєкторії, що охоплюють максимум унікальних компетентностей обраного студентом напрямку.

Висновки

Результатом кваліфікаційної роботи магістра є метод, який здатен формувати оптимальні освітні траєкторії для здобувачів вищої освіти у вигляді інформаційної системи. Для досягнення поставленої мети були виконані наступні задачі-дослідження:

- проведення аналізу методів оптимізації;
- проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань;
- побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills;
- виконання алгоритмічної та програмної реалізації методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критерієм повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

В результаті проведеної кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

- Вперше запропоновано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.
- Розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.
- Проведений аналіз предметної області, який включав розгляд основних компонентів вищої освіти, а саме: індивідуальну освітню програму, індивідуальну освітню траєкторію, індивідуальний освітній маршрут та інші компоненти.
- Виконано аналіз існуючих вебзастосунків, які частково або повністю реалізують процес отримання освіти.
- Проведений аналіз методів оптимізації, які здатні вирішити низку

різноманітних задач, в тому числі і поставлене завдання. З урахування переваг та недоліків, для задачі побудови оптимальної освітньої траєкторії був обраний метод повного перебору.

– Реалізовано інформаційну систему методу побудови оптимальної індивідуальної освітньої траєкторії із визначенням ролей її користувачів.

– Здійснено апробацію методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії на прикладі спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки» та 123 – «Комп'ютерна інженерія». Результати комп'ютерної симуляції довели, що за допомогою запропонованого методу генеруються індивідуальні освітні траєкторії, що охоплюють максимум унікальних компетентностей обраного студентом напрямку.

Перелік посилань

1. Оптимізація і «оптимізація» в освіті та управлінні. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/724-optimizatsiya-i-optimizatsiya-v-osviti-ta-upravlinni>
2. Індивідуальна освітня траєкторія, або Quo vadis studens. URL: <https://vnu.edu.ua/en/node/9421>
3. Maurice Gibbons. The Self-Directed Learning Handbook: Challenging Adolescent Students to Excel. С. 9-10. URL: <http://staffnew.uny.ac.id/upload/132326892/pendidikan/maurice-gibbons-self-directed-learning-handbook-challenging-adolescent-students-excel-jossey-bass-20.pdf>
4. O. Kalachikova, Tatyanna B. Sidorova. Individual Educational Trajectories: from Educational Supermarket to Sensemaking to Blended Values. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/287382062.pdf>
5. E. Mentz, J. Beer, R. Bailey. Self-Directed Learning for the 21st Century. С. 59-60
6. Індивідуальна освітня траєкторія: аналіз трактувань. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/11293/1/Korostyanets%20Tamara%20Petrivna.pdf>
7. Developing and Evaluating Educational Programs. URL: https://www.researchgate.net/publication/337411694_Developing_and_Evaluating_Educational_Programs
8. Індивідуальна освітня траєкторія – освітня програма студента. URL: <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN21/13ktpops.pdf>
9. Edx | Free courses by Harvard, MIT & more. URL: <https://www.edx.org/>
10. Coursera | Degrees, Certificates, & Free Online Courses. URL: <https://www.coursera.org/>
11. Alison | Free Online Courses & Online Learning. URL: <https://alison.com/>
12. Основи теорії і методів оптимізації. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Zhaldak_Myrosлав/Osnovy_teorii_i_metodiv_optymizatsii.pdf?PHPSESSID=boeognd64c03cpglv7ln57js97

13. Грубий пошук – Wikipedia. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Brute-force_search
14. Евристичний пошук. URL <https://studfile.net/preview/5745312/page:2/#4>
15. Генетичний алгоритм. Загальна схема генетичного алгоритму. URL: <https://studfile.net/preview/7508630/page:8/>
16. Стандарт вищої освіти для спеціальності 122 – Комп'ютерні науки. URL: <https://mon.gov.ua/ua/npa/pro-zatverdzhennya-standartu-vishoyi-osviti-za-specialnistyu-122-kompyuterni-nauki-dlya-pershogo-bakalavrskogo-rivnya-vishoyi-osviti>
17. Стандарт вищої освіти для спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/vishcha-osvita/zatverdzeni%20standarty/123-kompyuterna-inzheneriya.pdf>

ДОДАТКИ

Додаток А

Загальна схема побудови ІОТ



Додаток Б

Тези

Актуальні проблеми комп'ютерних наук

УДК 004

Малайко А.С., Пасічник О.А., Петровський С.С.

Хмельницький національний університет

МЕТОД ПОБУДОВИ ОПТИМАЛЬНОЇ ОСВІТНЬОЇ ТРАЄКТОРІЇ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Розглянуто проблеми сучасної освіти та їх рішення. Одним із таких рішень є індивідуальна освітня траєкторія, проте дане рішення може потребувати певної оптимізації для надання максимального спектру знань студенту, і його підготовки до майбутньої конкуренції на ринку праці. За рішенням оптимізації освітньої траєкторії можна звернутись до чисельних методів, та обрати найкращий метод для вирішення поставленої проблеми.

Considered the problems of modern education and their solutions. One of these solutions is an individual educational trajectory, however, this solution may require some optimization to provide the maximum range of knowledge to the student and prepare him for future competition on the labor market. For the decision to optimize the educational trajectory, you can turn to numerical methods and choose the best method for solving the problem.

Питання оптимізації освіти як загалом, так і частково на слуху вже досить тривалий період часу. Держава, а також окремі представники освіти прагнуть досягти оптимізації та покращення функціонування освітніх закладів і наукових установ. Зазвичай слово оптимізація пов'язують зі скороченням, під яким мають на увазі зменшення кількості кадрів, або їх фінансування. До даного переліку можна також віднести економію, припинення роботи або об'єднання навчальних закладів тощо. Все це підтверджує, що люди в управлінні, які затверджують схожі рішення, а також журналісти та експерти, які їх обговорюють, переважно не мають уявлення про справжню оптимізацію.

В області прийняття рішень зазвичай оптимізацію пов'язують зі словами мінімізація або максимізація кінцевого результату, за який можна вважати певну мету, цільові функції, критерії ефективності за допомогою коректно сформованого розподілу присутніх ресурсів. Якщо повернутись до сфери управління освітою, то тут в якості кінцевого результату може бути ціна підготовки фахівців, якість освіти, терміни виконання проектів та тому подібне. Попри це важливо розуміти – відсутність мети, її невизначеність або відсутність бачення кінцевого результату, який прагнеться досягти, і який не включає раніше зазначеного скорочення та закриття, все це призведе до відсутності бажаної оптимізації. Тому принципово необхідно розуміти, що оптимізація не є будь-яким покращенням, а є досягненням найкращого з можливих варіантів за присутніх умов результату [1].

Кожен студент, який вступає до університету за замовчуванням погоджується на обов'язковий компонент освітньої програми підготовки фахівця обраної спеціальності. Це рахується так званою подушкою безпеки для будь-якого студента. Попри це у вступників можуть виникати бажання вивчати конкретні предмети більше за інші, а деякі предмети їх взагалі можуть не цікавити з початку навчання. По цій причині, крім безмірної кількості пропозицій нестандартної освіти, існують дисципліни за вибором.

Можливість вільно обирати для студента – відкритий шлях для формування індивідуальної освітньої траєкторії і рішення сучасних освітніх проблем. Така методика одночасно викликає інтерес в усіх учасників освітнього процесу, адже у студентів з'являється можливість поглибити HardSkills, що говорить про фундаментальний шлях засвоєння певної професії. В свою чергу викладачі будуть отримувати задоволення та радість від роботи з мотивованою аудиторією. Сама процедура самостійного вибору дисциплін студентом сприяє розвитку SoftSkills, куди належить: міжособистісне спілкування, управління часом, навички переконування, креативності та роботи в команді [2].

Науковці в сфері освіти вважають поняття «індивідуальна освітня траєкторія» складним. Одні розуміють індивідуальну освітню траєкторію як певний алгоритм виконання елементів навчальної діяльності кожного, хто перебуває в процесі навчання, з точки зору реалізації освітніх цілей, відповідно до їхніх здібностей та можливостей, мотивації та інтересів, що здійснюється при координуючій, організуючій чи консультиуючій, сумісній роботі педагога з батьками. Інші розглядають освітню траєкторію як чітку характеристику навчальної діяльності особи, яка навчається, відповідно до його мотивації, навченості, що відбувається у співпраці з викладачем.

Індивідуальна освітня траєкторія є тим поняттям, яке може розглядатись не лише як індивідуальний шлях реалізації особистісного потенціалу студента в освіті, але й як програма, над розробкою якої працювали викладач та студент. Така програма відображає розуміння студентом цілей та цінностей суспільства, загального утворення власної освіти, наочної спрямованості освітніх інтересів й необхідності їх поєднання з суспільними потребами. Сюди можна віднести результати самостійного вибору змісту та форм освіти, що відповідають його індивідуальному стилю вчення та спілкування.

Індивідуалізацією освітнього процесу можна вважати спосіб забезпечення кожного студента правом та можливостями на створення унікальних освітніх цілей та завдань, які будуть входити до власної освітньої траєкторії. Обрання, побудова та реалізація індивідуальної освітньої траєкторії розвивають у студента саме ті якості індивіда, які потребує сучасний соціум [3].

Дивлячись на розвиток інформаційних технологій складається враження, що майже кожна сфера людської діяльності не може ефективно функціонувати не використовуючи можливості, які надають ці технології. Причиною таких міркувань є факти, які говорять про здатність ІТ оптимізувати різноманітні робочі процеси.

Сфера освіти не є виключенням використання таких технологій. За допомогою них можна вирішити освітні проблеми розпочинаючи з стандартного очного навчання та закінчуючи оптимізацією альтернативних рішень здобуття освіти та інших її складових, сюди може відноситись: індивідуальна освітня траєкторія; індивідуальний освітній маршрут; індивідуальна освітня програма та інші.

Метою роботи є розробка методу побудови оптимальної освітньої траєкторії для здобувачів вищої освіти, що буде включати наступні пункти:

- Аналіз предметної області.
- Аналіз сучасних існуючих додатків.
- Побудову методу оптимізації з вибором цільової функції.
- Реалізація інформаційної технології оптимізації освітньої траєкторії.

Відповідно до поставленого завдання, необхідно дослідити чи можна за допомогою існуючих чисельних методів виконати оптимізацію освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Для цього потрібно розглянути чисельні методи, а саме їх алгоритм роботи та ситуації в яких вони можуть бути застосовані.

Побудова освітньої траєкторії є загалом відкритим явищем, котре можна спостерігати розпочинаючи зі школи. У таких навчально-виховних комплексах присутня система, у котрій кожен учень має змогу сформувати індивідуальну освітню траєкторію освоєння всіх навчальних дисциплін. Проте також не обійтись і без обов'язкових предметів [4]. У цьому плані, освітня траєкторія у вищих навчальних закладах не відрізняється, там також присутній вільний вибір студента, який доповнює перелік обов'язкових предметів. Оскільки, в останні роки університети України використовують ЄКТС, то кожна дисципліна має певні кредити – час за котрий студент повинен пройти той чи інший предмет. Дисципліни поділяються за певними категоріями, а точніше вони можуть відноситись до загальних чи спеціальних компетентностей. Таким чином для побудови оптимальної освітньої траєкторії необхідно:

- Отримати перелік обов'язкових дисциплін, який може бути довільним.
- Отримати перелік вибіркових дисциплін.
- Визначити загальну кількість кредитів на період навчання.
- Визначити кредити кожного предмету.
- Обрати чисельний метод для побудови ІОТ.

Для дослідження дозволяється підібрати довільні дані, що будуть стосуватись: загальної кількості кредитів, кредитів кожного предмету, переліку обов'язкових дисциплін та переліку довільних дисциплін. Оскільки робота буде проводитись з невеликими об'ємами даних, то в даній ситуації можна скористатись методом повного перебору або методом грубої сили.

Суть методу повного перебору полягає у безпосередній перевірці деякої підмножини вихідних даних, таким чином з'ясовується чи задовольняє дана підмножина поставлену умову. По причині того, що різні підмножини є кінцевим числом, то ймовірно перебрати усі можливі підмножини і знайти рішення.

Складність даного методу полягає в тому, що збільшення кількості вихідних даних сприяє збільшенню числа перевірок. Метод повного перебору застосовується у випадках, коли шукане рішення $Y = f(X)$ відноситься до деякої кінцевої області і при цьому може бути знайдена функція якості $f(Y)$ для перевірки якості або правильності рішення яке було обрано. Після цього задача P обчислення функції f замінюється багаторазовим рішенням завдання R обчислення функції якості [5]. Візуальний приклад використання даного методу для рішення подібних задач можна переглянути на рисунку 1.

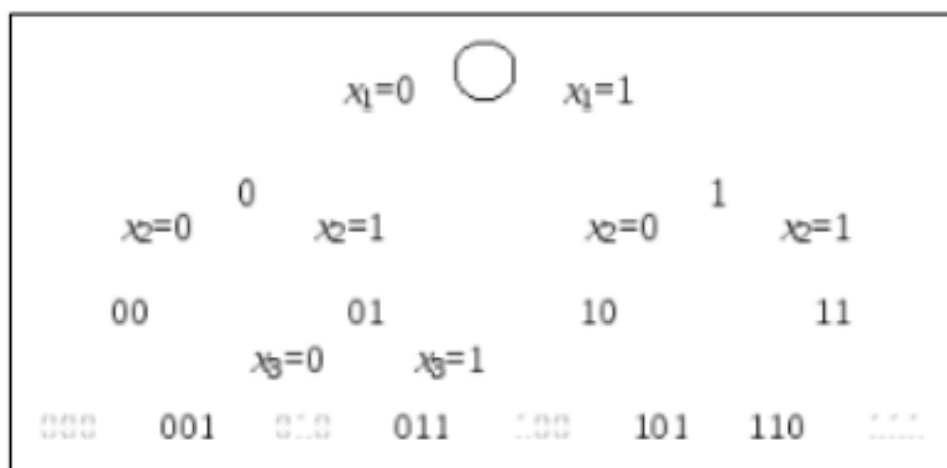


Рисунок 1 – Дерево перебору для задачі про виконуванисть булевого виразу

Таким чином можна з легкістю сказати що даний чисельний метод здатен надати нам рішення проблеми у вигляді побудови оптимальної освітньої траєкторії. Проте на цьому дослідження не закінчуються, можуть з'являтися питання при збільшенні даних й здатності даного методу віднайти аналогічне, оптимальне рішення.

Перелік посилань

1. Оптимізація і «оптимізація» в освіті та управлінні. URL: <http://education-ua.org/ua/articles/724-optimizatsiya-i-optimizatsiya-v-osviti-ta-upravlinni>
2. Індивідуальна освітня траєкторія, або Quo vadis studens. URL: <https://vnu.edu.ua/en/node/9421>
3. Індивідуальна освітня траєкторія студента: аналіз структувань понять. URL: <http://dspace.pdpu.edu.ua/bitstream/123456789/11293/1/Korostyanets%20Tamara%20Petivna.pdf>
4. Індивідуальна освітня траєкторія: що це та як працює за кордоном? URL: <https://osvitoria.media/experience/indyvidualna-osvitnya-trayektoriya-shho-tse-ta-navishho/>
5. Метод повного перебору, евристичні методи розробки алгоритмів. URL: https://stud.com.ua/97332/informatika/metod_povnogo_pereboru

Додаток В

Презентація

Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти

Малайко А.С.
Пасічник О.А.

Мета

Створити метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти із представленою обробкою, зберіганням та доступом до інформації щодо змісту освітньої програми в частині обов'язкових та вибіркових навчальних дисциплін, що дозволить реалізувати алгоритм побудови освітньої траєкторії за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Завдання

Для досягнення поставленої мети визначені наступні задачі-дослідження:

- провести аналіз методів оптимізації;
- провести аналіз методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань;
- побудувати інформаційної модель методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills;
- виконати алгоритмічну та програмну реалізацію методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критерієм повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

Об'єкт та предмет дослідження

Об'єкт дослідження – процес побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

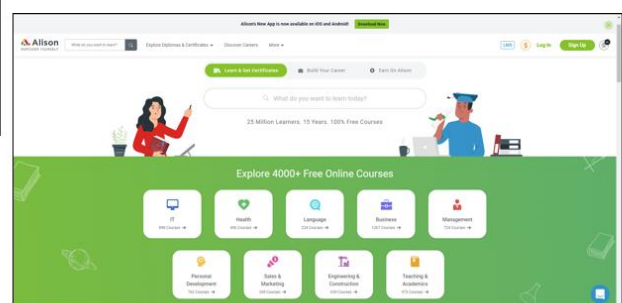
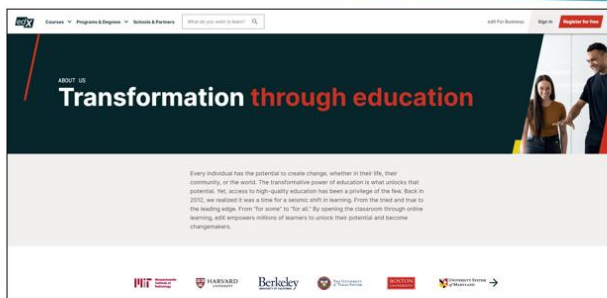
Предмет дослідження – методи, алгоритми та засоби для створення методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за різними критеріями отриманих компетентностей.

Наукова новизна та практичне значення

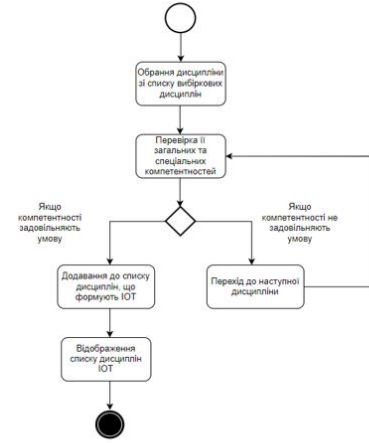
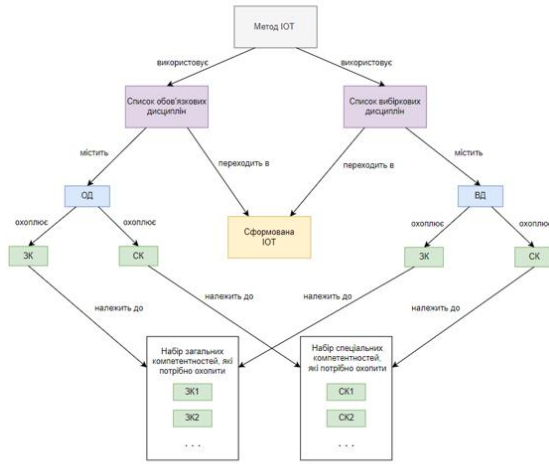
В результаті проведеної кваліфікаційної роботи вперше запропоновано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

Розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills. В результаті проведених досліджень було створено застосування відносно побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills.

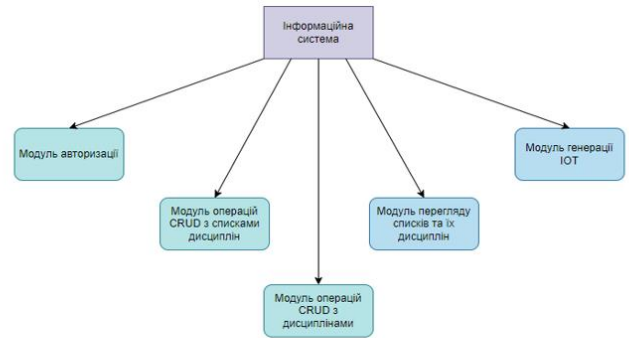
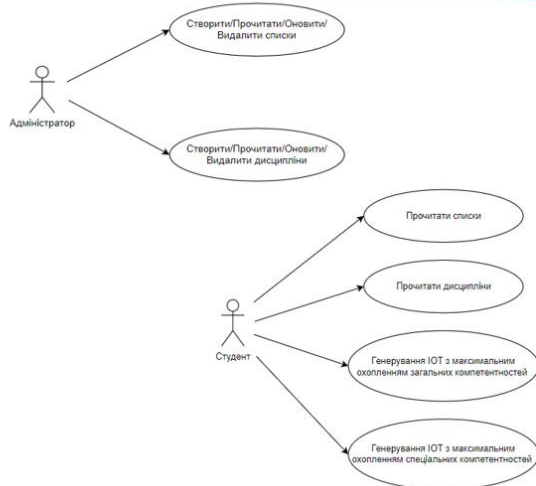
Характеристика предметної області



Метод побудови індивідуальної освітньої траєкторії



Програмна реалізація



Апробація програмної інформаційної системи

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Вища математика	5	СК1	ЗК1
Фізика	5	СК3	ЗК4
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК5	ЗК5
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	СК4	ЗК2
Теорія алгоритмів	5	СК2	ЗК3
Англійська мова	5	СК8	ЗК6 ЗК7
Дискретна математика	5	СК1	ЗК8 ЗК10
Електротехніка та електроніка	5	СК9	ЗК9 ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК14 СК15	ЗК14 ЗК15
Технічна механіка	5	СК8	ЗК12 ЗК13

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Вища математика	5	СК1	ЗК1
Фізика	5	СК3	ЗК4
Об'єктно-орієнтоване програмування	6	СК5	ЗК5
Мови об'єктно-орієнтованого програмування	5	СК4	ЗК2
Теорія алгоритмів	5	СК2	ЗК3
Алгоритмізація та програмування	5	СК6 СК7	ЗК9
Комп'ютерна графіка та геометрія	5	СК8 СК9	ЗК9 ЗК5
Інтегровані комп'ютерні системи	5	СК10 СК11	ЗК10
Операційні системи	5	СК12 СК13	ЗК10 ЗК11
Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів	5	СК14 СК15	ЗК14 ЗК15

Апробація програмної інформаційної системи

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1	Z3
Теорія ймовірностей та математична статистика	5	P4	Z2
Філософія	5	P3	Z4
Англійська мова	5	P2	Z5
Комп'ютерне моделювання	5	P3	Z1 Z6
Об'єктно-орієнтовані технології програмування	5	P12 P14	Z7 Z8
Об'єктно-орієнтоване програмування	5	P14	Z9 Z10

Дисципліни індивідуальної освітньої траєкторії			
Назва Предмету	Кредити	Спеціальні Компетентності	Загальні Компетентності
Теорія електричних та магнітних кіл	5	P1	Z3
Теорія ймовірностей та математична статистика	5	P4	Z2
Філософія	5	P3	Z4
Англійська мова	5	P2	Z5
Теорія інформації та кодування	5	P6 P7	Z5
Системне програмне забезпечення	5	P8 P10	Z1
Архітектура комп'ютерів	5	P9 P11	Z7
Об'єктно-орієнтовані технології програмування	5	P12 P14	Z7 Z8
Структури даних і алгоритми	5	P13 P15	Z8

Висновки

В результаті проведеної кваліфікаційної роботи були отримані наступні результати:

- проведено аналіз предметної області;
- виконано аналіз існуючих вебзастосунків, які частково або повністю реалізують процес отримання освіти;
- обрано метод повного перебору для вирішення поставленого завдання;
- вперше запропоновано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей;
- розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей;
- реалізовано ІС методу побудови оптимальної освітньої траєкторії
- Здійснено апробацію методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії на прикладі спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки» та 123 – «Комп'ютерна інженерія».

Дякую за увагу

Додаток Г

Програмні коди

Лістинг sign.component.html

```

<div class="auth-wrapper">
  <div class="auth">
    <div class="auth__title">Увійти /
Зареєструватись</div>
    <form class="auth__forms"
(ngSubmit)="submit()">
      <div class="w-forms">
        <span class="w-
forms__title">Email:</span>
        <input
          (keydown.enter)="!user.password &&
password_focus()"
          [(ngModel)]="user.email"
          class="w-
forms__input"
          placeholder="Email"
          type="text"
          name="email"
          #email
        />
      </div>
      <div class="w-forms">
        <span class="w-
forms__title">Пароль:</span>
        <div class="w-
forms__input-block">
          <input
            class="w-forms__input"
            [type]="show_password && 'text' ||
'password'"
            placeholder="Password"
            name="password"
            [(ngModel)]="user.password"
            #password
          />
        </div>
        <div class="w-forms__toggle" (click)="show_password =
!show_password">
          <i
            *ngIf="show_password" class="icon-
visibility">visibility</i>
          <i
            *ngIf="!show_password">visibility_off</i>
          </span>
        </div>
        <span
          class="w-
forms__level"
          [class._sky]="ui.level(user.password) ===
1"
          [class._orange]="ui.level(user.password)
=== 2"
          [class._green]="ui.level(user.password)
=== 3"
        >
          Level:
          {{ui.level(user.password)}}
        </span>
      </div>
      <div class="w-forms">
        <div class="w-forms"
          *ngIf="reseting">
          <span class="w-
forms__title">Code:</span>
          <input
            class="w-
forms__input"
            placeholder="Code"
            type="text"
            name="code"
          />
        </div>
      </div>
    </form>
  </div>
</div>
<div class="auth_btn">

```

```

                <button class="w-btn
_primary" type="submit">Поїхали</button>
            </div>
        </form>
    </div>
</div>

```

Лістинг sign.component.ts

```

import { Component, ViewChild, ElementRef } from
'@angular/core';
import { HashService, HttpService, AlertService,
UiService } from 'wacom';
import { UserService } from 'src/app/services';
import { Router } from '@angular/router';
import { User } from 'src/app/core';

interface Status {
    email: string;
    pass: string
}

@Component({
    selector: 'app-sign',
    templateUrl: './sign.component.html',
    styleUrls: ['./sign.component.scss']
})

export class SignComponent {
    public user = {
        email: this.hash.get('email') ||
'ceo@webart.work',
        password: this.hash.get('password')
|| 'asdasdasdasd',
        code: ''
    };
    public show_password = false;
    constructor(
        private alert: AlertService,
        private http: HttpService,
        private hash: HashService,
        private us: UserService,
        private router: Router,
        public ui: UiService
    ) {}
    @ViewChild('email', { static: false })
email!: ElementRef;
    email_focus() {
        setTimeout(() => {

            this.email.nativeElement.focus();
        }, 100);
    }

```

```

    }
    @ViewChild('password', { static: false })
password!: ElementRef;
    password_focus() {
        setTimeout(() => {

            this.password.nativeElement.focus();
        }, 100);
    }
    submit() {
        if (this.reseting && this.user.code)
        {
            return this.save();
        }
        if (!this.user.email) {
            this.alert.error({
                text: 'Enter your
email',
            });
            return this.email_focus();
        }
        this.hash.set('email',
this.user.email);
        if (!this.user.password) {
            this.alert.error({
                text: 'Enter your
password',
            });
            return this.password_focus();
        }
        this.http.post('/api/user/status',
this.user, (resp: Status) => {
            if (resp.email && resp.pass)
            {
                this.login();
            } else if (resp.email) {
                this.reset();
            } else {
                this.sign();
            }
        });
    }
    login() {
        this.http.post('/api/user/login',
this.user, (user: User) => {
            if (!user) {
                return
this.alert.error({
                    text:
'Something went wrong",
                });
            }

```



```

        <th class="w-
table__th">Кредити</th>
        <th class="w-
table__th">Спеціальні компетентності</th>
        <th class="w-
table__th">Загальні компетентності</th>
    </tr>
</thead>
<tbody class="w-table-body">
    <tr class="w-table-body__tr"
*ngFor="let discipline of list.disciplines">
        <td class="w-table__td">
            {{ discipline.title
}}
        </td>
        <td class="w-table__td">
            {{ discipline.credits
}}
        </td>
        <td class="w-table__td">
            <span *ngFor="let
hardSkill of discipline.hardSkills">
                {{
hardSkill.hs_value }}
            </span>
        </td>
        <td class="w-table__td">
            <span *ngFor="let
softSkill of discipline.softSkills">
                {{
softSkill.ss_value }}
            </span>
        </td>
    </tr>
</tbody>
</table>
</div>
</div>
<a class="content__link"
routerLink="/trajectory">
    Перейти до формування
</a>
</div>
</div>

```

Лістинг about.component.ts

```

import { Component } from '@angular/core';
import { ListService } from 'src/app/services';
import { Router } from '@angular/router';
@Component({

```

```

    templateUrl: './about.component.html',
    styleUrls: ['./about.component.scss']
})
export class AboutComponent{
    constructor(public ls: ListService,
public r: Router) {}
    public id =
this.r.url.toLowerCase().replace('/admin/list/', '');
}

```

Лістинг trajectory.component.html

```

<div class="content">
    <div class="container">
        <h1 class="content__title">
            Як будується індивідуальна освітня
траєкторія?
        </h1>
        <p class="content__description">
            Індивідуальна освітня траєкторія
будується за допомогою списку обов'язкових дисциплін,
а також за допомогою списку вибіркових дисциплін.
Обидва списки визначені довільним шляхом заради
демонстрації роботи методу побудови ІОТ, який полягає
у формуванні набору дисциплін таким чином, щоб в
кінці були охоплені усі необхідні компетентності.
        </p>
        <p class="content__trajectory-tip">
            Перед натисканням на кнопку
<b>"Сформувати траєкторію"</b>, оберіть параметер
цільової функції.
        </p>
        <mat-radio-group
class="function-parameters-group"
[(ngModel)]="selectedParameter">
            <mat-radio-button class="example-radio-
button" *ngFor="let parameter of parameters"
[value]="parameter" (click)="enableBtn()">
                {{ parameter }}
            </mat-radio-button>
        </mat-radio-group>
        <button class="content__trajectory-link"
(click)="buildTrajectory()"
[disabled]="isDisabled">Сформувати
траєкторію</button>

```

```

<div class="w-table-wrap">
    <div class="table-title-container">
        <h3 class="table-title">

```

```

        Дисципліни індивідуальної
освітньої траєкторії
        </h3>
    </div>
    <table class="w-table">
        <thead class="w-table-header">
            <tr class="w-table-header__tr">
                <th class="w-table__th">Назва
предмету</th>
                <th class="w-
table__th">Кредити</th>
                <th class="w-
table__th">Спеціальні компетентності</th>
                <th class="w-
table__th">Загальні компетентності</th>
            </tr>
        </thead>
        <tbody class="w-table-body">
            <tr class="w-table-body__tr"
*ngFor="let discipline of resultList.disciplines">
                <td class="w-table__td">
                    {{ discipline.title }}
                </td>
                <td class="w-table__td">
                    {{ discipline.credits }}
                </td>
                <td class="w-table__td">
                    <span *ngFor="let
hardSkill of discipline.hardSkills">
                        {{ hardSkill.hs_value
}}
                    </span>
                </td>
                <td class="w-table__td">
                    <span *ngFor="let
softSkill of discipline.softSkills">
                        {{ softSkill.ss_value
}}
                    </span>
                </td>
            </tr>
        </tbody>
    </table>
</div>
</div>
</div>

```

Лістинг trajectory.component.ts

```

import { Component } from '@angular/core';
import { ListService } from 'src/app/services';

```

```

import { Router } from '@angular/router';
@Component({
    templateUrl:
'./trajectory.component.html',
    styleUrls:
['./trajectory.component.scss']
})
export class TrajectoryComponent{
    constructor(public ls: ListService) {}

    // general declarations
    public selectedParameter : string =
"Parameter hasn't been selected";
    public parameters: string[] = ['Max 3K',
'Max 6K'];
    public resultList : any = {}; // contains
a result list
    public additionalDisciplinesList : any =
{}; // list to pick disciplines from
    public resultListCredits : any = 0;
    public creditsLimit : any = 60;
    public isDisabled = true;

    // declarations for list with max
softSkills
    public ssSumContainer : any = 0;
    public averageSs : any = 0;
    public resultListSoftSkills : any = [];

    // declarations for list with max
hardSkills
    public hsSumContainer : any = 0;
    public averageHs : any = 0;
    public resultListHardSkills : any = [];

    enableBtn() {
        this.isDisabled = false;
    }

    buildTrajectory() {
        this.isDisabled = true; // disables
multiple building of the trajectory

        // get needed lists - CS
        // this.resultList =
this.ls.lists.find((list: any) => list.name ===
"Обов'язкові дисципліни (КН)");
        // this.additionalDisciplinesList =
this.ls.lists.find((list: any) => list.name ===
"Вибіркові дисципліни (КН)");

```

```

// get needed lists - CE
this.resultList =
this.ls.lists.find((list: any) => list.name ===
"Обов'язкові дисципліни (KI)");
this.additionalDisciplinesList =
this.ls.lists.find((list: any) => list.name ===
"Вибіркові дисципліни (KI)");

// build list with max softSkills
if (this.selectedParameter === 'Max
ЗК') {

// get sum of softSkills of
each discipline in additionalDisciplinesList
for (let i = 0; i <
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length;
i++)
this.ssSumContainer
+=
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].softSkills.length, 10);

// get average softSkills
this.averageSs =
Math.round(this.ssSumContainer /
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length);

// goes through each
discipline of resultList
for (let q = 0; q <
this.resultList.disciplines.length; q++) {

this.resultListCredits +=
parseInt(this.resultList.disciplines[q].credits, 10);
// get credits sum of initial resultList
// get access to
ss_value of each element in softSkills of each
discipline
for (let w = 0; w <
this.resultList.disciplines[q].softSkills.length;
w++) {

this.resultListSoftSkills.push(this.resul
tList.disciplines[q].softSkills[w].ss_value);
}
}

// add disciplines to
resultList which have equal or more ss than averageSs

```

```

for (let i = 0; i <
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length;
i++) {
if
(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].softSk
ills.length >= this.averageSs &&
(this.resultListCredits +
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].credits, 10)) <= this.creditsLimit) {
let result;
for (let j =
0; j <
this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].softSki
lls.length; j++) {
if
(!this.resultListSoftSkills.some((elem: any) => elem
===
this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].softSki
lls[j].ss_value)) {
result =
this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].softSki
lls[j].ss_value;
}
else {
result = undefined;
break;
}
}
if (result)
{
this.resultListCredits +=
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].credits, 10);
this.resultList.disciplines.push(this.add
itionalDisciplinesList.disciplines[i]);
this.resultListSoftSkills.push(result);
}
}
}
// build list with max hardSkills
else if (this.selectedParameter ===
'Max CK') {

```

```

        // get sum of hardSkills of
each discipline in additionalDisciplinesList
        for (let i = 0; i <
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length;
i++)
            this.hsSumContainer
+=
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].hardSkills.length, 10);

        // get average hardSkills
        this.averageHs =
Math.round(this.hsSumContainer /
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length);

        // goes through each
discipline of resultList
        for (let q = 0; q <
this.resultList.disciplines.length; q++) {

            this.resultListCredits +=
parseInt(this.resultList.disciplines[q].credits, 10);
// get credits sum of initial resultList
            // get access to
hs_value of each element in hardSkills of each
discipline
            for (let w = 0; w <
this.resultList.disciplines[q].hardSkills.length;
w++) {

                this.resultListHardSkills.push(this.resul
tList.disciplines[q].hardSkills[w].hs_value);
            }

        }

        // add disciplines to
resultList which have equal or more ss than averageSs
        for (let i = 0; i <
this.additionalDisciplinesList.disciplines.length;
i++) {

            if
(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].hardSk
ills.length >= this.averageHs &&

                (this.resultListCredits +
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].credits, 10)) <= this.creditsLimit) {

                    let result;
                    for (let j =
0; j <

```

```

this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].hardSki
lls.length; j++) {

                            if
(!this.resultListHardSkills.some((elem: any) => elem
===
this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].hardSki
lls[j].hs_value)) {

                                result =
this.additionalDisciplinesList.disciplines[i].hardSki
lls[j].hs_value;

                            }

                        else {

                            result = undefined;

                            break;

                        }

                    }

                if (result)

                    {

                        this.resultListCredits +=
parseInt(this.additionalDisciplinesList.disciplines[i
].credits, 10);

                        this.resultList.disciplines.push(this.add
itionalDisciplinesList.disciplines[i]);

                        this.resultListHardSkills.push(result);

                    }

                }

            }

        }

    }
}

```

Лістинг lists.component.html

```

<div class="users container w-card _pd">
    <button (click)="ls.create()" class="w-btn
list">Створити список</button>
    <table class="w-table-wrap">
        <thead class="w-table-header">
            <tr class="w-table-header__tr">
                <th class="w-table__th">Назва</th>
                <th class="w-table__th">Дії</th>
            </tr>
        </thead>
        <tbody class="w-table-body">

```

```

        <tr class="w-table-body__tr" *ngFor="let
list of ls.lists">
            <td class="w-table__td title">
                <input class="w-forms__input
list-title" type="text" [(ngModel)]="list.name"
(ngModelChange)="ls.update(list)">
            </td>
            <td class="w-table__td title">
                <i class="material-icons"
(click)="goToListContent(list._id)">rule</i>
                <i class="material-icons"
(click)="ls.delete(list)">delete</i>
            </td>
        </tr>
    </tbody>
</table>
</div>

```

Лістинг lists.component.ts

```

import { Component } from '@angular/core';
import { ListService } from 'src/app/services';
import { Router } from '@angular/router';
@Component({
    templateUrl: './lists.component.html',
    styleUrls: ['./lists.component.scss']
})
export class ListsComponent{
    constructor(public ls: ListService,
public r: Router) {}

    goToListContent(id): void {
        this.r.navigate(['/admin/list/' +
id]);
    }
}

```

Лістинг list.component.html

```

<div class="users container w-card _pd">
    <button
(click)="ls.createDiscipline(ls._lists[id])"
class="w-btn discipline">Додати дисципліну</button>
    <table class="w-table-wrap">
        <thead class="w-table-header">
            <tr class="w-table-
header__tr">
                <th class="w-
table__th">Назва дисципліни</th>

```

```

                <th class="w-
table__th">Кредити</th>
                <th class="w-
table__th">Спеціальні компетентності</th>
                <th class="w-
table__th">Загальні компетентності</th>
                <th class="w-
table__th">Дії</th>
            </tr>
        </thead>
        <tbody class="w-table-body">
            <tr class="w-table-body__tr"
*ngFor="let discipline of ls._lists[id].disciplines;
index as i">
                <td class="w-table__td title">
                    <input class="w-forms__input"
type="text" [(ngModel)]="discipline.title"
(ngModelChange)="ls.update(ls._lists[id])">
                </td>
                <td class="w-table__td credits">
                    <input class="w-forms__input
credits" type="text" [(ngModel)]="discipline.credits"
(ngModelChange)="ls.update(ls._lists[id])">
                </td>
                <td class="w-table__td
hardSkills">
                    <ng-multiselect-dropdown
[settings] =
"hsDropdownSettings"
[data] = "hsDropdownList"
[(ngModel)]="discipline.hardSkills"
(ngModelChange)="ls.update(ls._lists[id])"
">
                </ng-multiselect-dropdown>
                </td>
                <td class="w-table__td
softSkills">
                    <ng-
multiselect-dropdown
[settings] = "ssDropdownSettings"
[data] = "ssDropdownList"
[(ngModel)]="discipline.softSkills"
(ngModelChange)="ls.update(ls._lists[id])"
">
                </ng-multiselect-dropdown>

```

```

                </td>
                <td class="w-table__td actions">
                    <i class="material-icons"
(click)="ls._lists[id].disciplines.splice(i,1);
ls.update(ls._lists[id])">delete</i>
                </td>
            </tr>
        </tbody>
    </table>
</div>

```

ЛІСТИНГ list.component.ts

```

import { Component } from '@angular/core';
import { ListService } from 'src/app/services';
import { Router } from '@angular/router';
import { IDropdownSettings } from 'ng-multiselect-
dropdown'; // additional
@Component({
    templateUrl: './list.component.html',
    styleUrls: ['./list.component.scss']
})
export class ListComponent{
    // hard skills CS
    hsDropdownList: { hs_id: number,
hs_value: string }[] = [];
    hsDropdownSettings:IDropdownSettings =
{};

    // soft skills CS
    ssDropdownList: { ss_id: number,
ss_value: string }[] = [];
    ssDropdownSettings:IDropdownSettings =
{};

    ngOnInit() {
        // hard skills CS
        this.hsDropdownList = [
            { hs_id: 1, hs_value: 'CK1'},
            { hs_id: 2, hs_value: 'CK2'},
            { hs_id: 3, hs_value: 'CK3'},
            { hs_id: 4, hs_value: 'CK4'},
            { hs_id: 5, hs_value: 'CK5'},
            { hs_id: 6, hs_value: 'CK6'},
            { hs_id: 7, hs_value: 'CK7'},
            { hs_id: 8, hs_value: 'CK8'},
            { hs_id: 9, hs_value: 'CK9'},
            { hs_id: 10, hs_value:
'CK10'},
            { hs_id: 11, hs_value:
'CK11'},
            { hs_id: 12, hs_value:
'CK12'},
            { hs_id: 13, hs_value:
'CK13'},
            { hs_id: 14, hs_value:
'CK14'},
            { hs_id: 15, hs_value:
'CK15'},
            { hs_id: 16, hs_value:
'CK16'}
        ];
        this.hsDropdownSettings = {
            idField: 'hs_id',
            textField: 'hs_value'
        }

        // soft skills CS
        this.ssDropdownList = [
            { ss_id: 1, ss_value: '3K1'},
            { ss_id: 2, ss_value: '3K2'},
            { ss_id: 3, ss_value: '3K3'},
            { ss_id: 4, ss_value: '3K4'},
            { ss_id: 5, ss_value: '3K5'},
            { ss_id: 6, ss_value: '3K6'},
            { ss_id: 7, ss_value: '3K7'},
            { ss_id: 8, ss_value: '3K8'},
            { ss_id: 9, ss_value: '3K9'},
            { ss_id: 10, ss_value:
'3K10'},
            { ss_id: 11, ss_value:
'3K11'},
            { ss_id: 12, ss_value:
'3K12'},
            { ss_id: 13, ss_value:
'3K13'},
            { ss_id: 14, ss_value:
'3K14'},
            { ss_id: 15, ss_value:
'3K15'}
        ];
        this.ssDropdownSettings = {
            idField: 'ss_id',
            textField: 'ss_value'
        }

        // CE - Computer Engineering
        // hard skills CE
        this.hsDropdownList = [
            { hs_id: 1, hs_value: 'P1'},

```

```

        { hs_id: 2, hs_value: 'P2'},
        { hs_id: 3, hs_value: 'P3'},
        { hs_id: 4, hs_value: 'P4'},
        { hs_id: 5, hs_value: 'P5'},
        { hs_id: 6, hs_value: 'P6'},
        { hs_id: 7, hs_value: 'P7'},
        { hs_id: 8, hs_value: 'P8'},
        { hs_id: 9, hs_value: 'P9'},
        { hs_id: 10, hs_value:
'P10'},
        { hs_id: 11, hs_value:
'P11'},
        { hs_id: 12, hs_value:
'P12'},
        { hs_id: 13, hs_value:
'P13'},
        { hs_id: 14, hs_value:
'P14'},
        { hs_id: 15, hs_value: 'P15'}
    ];
    this.hsDropdownSettings = {
        idField: 'hs_id',
        textField: 'hs_value'
    }
}

// soft skills CE
this.ssDropDownList = [
    { ss_id: 1, ss_value: 'Z1'},
    { ss_id: 2, ss_value: 'Z2'},
    { ss_id: 3, ss_value: 'Z3'},
    { ss_id: 4, ss_value: 'Z4'},
    { ss_id: 5, ss_value: 'Z5'},
    { ss_id: 6, ss_value: 'Z6'},
    { ss_id: 7, ss_value: 'Z7'},
    { ss_id: 8, ss_value: 'Z8'},
    { ss_id: 9, ss_value: 'Z9'},
    { ss_id: 10, ss_value: 'Z10'}
];
this.ssDropdownSettings = {
    idField: 'ss_id',
    textField: 'ss_value'
}
}

constructor(public ls: ListService,
public r: Router) {}
public id =
this.r.url.toLowerCase().replace('/admin/list/', '');
}

```

Anti-Plagiarism v-15.257

Максимальне співпадіння з одним документом 1.0%

Словники перевірки: en_US, ru_RU, ua_UA. Помилки в документах: 7%

ID: 109053 Назва: КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА на тему Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти Додано в БД: 2022-12-07 Автора: А.С. Малайко Керівники: О.А. Пасічник Консультанти: Опоненти:	Документ		Сумарний збіг по Базі Даних	
	Символи	Лексеми	Символи	Лексеми
	80636	1199	2161 (3%)	37 (3%)

Джерело плагіату

ID	Опис	Наявність плагіату в документі	
		Символи	Лексеми

Ім'я користувача:
Кафедра КН

ID перевірки:
1013230477

Дата перевірки:
07.12.2022 14:21:17 EET

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
07.12.2022 14:24:02 EET

ID користувача:
100005671

Назва документа: КНм-21-1_Малайко

Кількість сторінок: 77 Кількість слів: 12419 Кількість символів: 95512 Розмір файлу: 2.79 MB ID файлу: 1012990641

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

12.6% Схожість

Найбільша схожість: 6.28% з Інтернет-джерелом (<https://pnp.u.edu.ua/wp-content/uploads/2022/01/dsrtcz-zhalij.pdf>)

10.7% Джерела з Інтернету

104

Сторінка 79

2.25% Джерела з Бібліотеки

91

Сторінка 80

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0% Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

6

Підозріле форматування

23
сторінки

РІШЕННЯ ЕКСПЕРНОЇ КОМІСІЇ
КАФЕДРИ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
ПРО ДОПУСК КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ ДО ЗАХИСТУ

Підтверджуємо ознайомлення з результатом звіту подібності щодо роботи, генерованого системою виявлення текстових збігів/ідентичності/схожості:

Назва: Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти

Автор: Малайко Андрій Сергійович

Спеціальність: 122 – Комп'ютерні науки

Освітня програма: освітньо-професійна

Науковий керівник: к.т.н., доцент Пасічник Олександр Анатолійович

Після аналізу звіту подібності зроблено такий висновок:

№	Висновок	Позначка про відповідність
1	Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом. Робота приймається до захисту.	відповідає
2	Виявлені запозичення не є плагіатом, розміщені в розділах, які не описують безпосередньо авторське дослідження, але кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. Робота приймається до захисту, але має бути відкоригована. Відкоригований варіант має бути поданий на кафедру за 2 дні до захисту, разом із заявою щодо самостійності виконання письмової роботи та ідентичності друкованої та електронної версії роботи	
3	Виявлені запозичення не є плагіатом, але частково розміщені в розділах, які описують безпосередньо авторське дослідження, а кількість цитат перевищує обсяг, виправданий поставленою метою роботи. В зв'язку з цим мета роботи та поставлені завдання не були досягнені. Робота може бути допущена до захисту (наступного року) після того як буде відкоригована та допрацьована і успішно пройде повторну перевірку на академічний плагіат.	
4	Робота містить навмисні текстові спотворення, передбачувані спроби укриття запозичень або інші прояви академічного плагіату. Робота містить фабрикацію або фальсифікацію даних. Робота не допускається до захисту.	

Підтвердження:

Запозичення, виявлені в роботі, є законними і не є плагіатом, оскільки:

1) за програмою Anti-Plagiarism виявлені 1 %, схожість виявлена зі звітом автора з науково-дослідної практики.

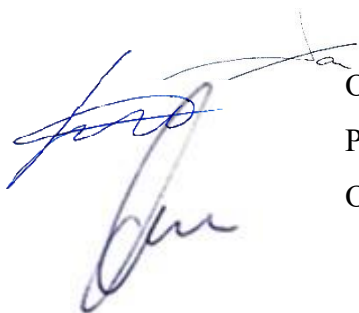
2) за програмою UNICHECK виявлені 12.6%; Найбільша схожість: 6.28% з Інтернет-джерелом (<https://pnpu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/01/dsrctcz-zhalij.pdf>), яке містить матеріали огляду предметної області; інші схожості є фрагментарними – містять поширені конструкції, загальновідомі терміни, скорочення та визначення.

Сумарний обсяг всіх запозичень, визначений системою виявлення збігів/ідентичності/схожості, складає 1 % і 12.6% відповідно, що, з урахуванням наведених обґрунтувань, відповідає характеру наукового дослідження і свідчить на користь кваліфікаційної роботи.

Керівник роботи

Гарант ОП

Завідувач кафедри КН



О.А. Пасічник

Р. О. Багрій

О. В. Бармак



ВІДГУК ОПОНЕНТА

на кваліфікаційну роботу магістра

гр. гр. КНм-21-1 Малайка Андрія Сергійовича за темою: Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти

1. Актуальність обраної теми

Питання оптимізації освіти як загалом, так і частково на слуху вже досить тривалий період часу. Держава, а також окремі представники освіти прагнуть досягти оптимізації та покращення функціонування освітніх закладів і наукових установ. Зазвичай слово оптимізація пов'язують зі скороченням, під яким мають на увазі зменшення кількості кадрів, або їх фінансування. До даного переліку можна також віднести економію, припинення роботи або об'єднання навчальних закладів тощо. Все це підтверджує, що люди в управлінні, які затверджують схожі рішення, а також журналісти та експерти, які їх обговорюють, переважно не мають уявлення про справжню оптимізацію.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

Кваліфікаційна робота магістра КНм-21-1 Малайка А.С. за темою: «Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти» за ступенем обґрунтованості наукових положень, новизни, а також обсягом, структурою та змістом викладеного матеріалу відповідає вимогам щодо наукових робіт. У роботі використані методи, що повністю відповідає предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки

3. Повнота розкриття мети та завдань дослідження

Студентом було проведено порівняння та аналіз можливих методів розв'язання поставленої задачі та обрано оптимальний варіант. Також було досліджено існуючі реалізації розв'язання подібних задач. В рамках кваліфікаційної роботи магістра було проведено аналіз предметної області, розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Виходячи з наведених положень, тема роботи є повністю розкритою.

4. Наявність наукової новизни

В результаті проведеної кваліфікаційної роботи було вперше запропоновано метод методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills. Матеріали кваліфікаційної роботи пройшли належну апробацію.

5. Зміст кожного розділу роботи

Результатом кваліфікаційної роботи магістра є метод, який здатен формувати оптимальні освітні траєкторії для здобувачів вищої освіти у вигляді інформаційної системи. Для досягнення поставленої мети були виконані такі задачі: проведення аналізу методів оптимізації; проведення аналізу методів побудови освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, її мети та завдань; побудова інформаційної моделі методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills; виконання алгоритмічної та програмної реалізації методу оптимізації освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти (за критерієм повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills).

В першому розділі проведений аналіз предметної області, який включав розгляд основних компонентів вищої освіти, а саме: індивідуальну освітню програму, індивідуальну освітню траєкторію, індивідуальний освітній маршрут та інші компоненти. Виконано аналіз існуючих вебзастосунків, які частково або повністю реалізують процес отримання освіти.

В другому розділі було реалізовано метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти, який дозволяє вирішити поставлені задачі, як основа побудови оптимальної освітньої траєкторії був обраний метод повного перебору.

В третьому розділі реалізовано інформаційну систему методу побудови оптимальної індивідуальної освітньої траєкторії із визначенням ролей її користувачів.

В четвертому розділі здійснено апробацію методу побудови індивідуальної освітньої траєкторії на прикладі спеціальностей 122 – «Комп'ютерні науки» та 123 – «Комп'ютерна інженерія». Результати комп'ютерної симуляції довели, що за допомогою запропонованого методу генеруються індивідуальні освітні траєкторії, що охоплюють максимум унікальних компетентностей обраного студентом напрямку.

6. Ступінь розкриття теми роботи

Основною темою кваліфікаційної роботи магістра методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. В рамках роботи було дано визначення індивідуальної освітньої траєкторії та її оптимізації. Було проаналізовано предметну область, програмні системи для побудови освітньої траєкторії. Таким чином, в кваліфікаційній роботі магістра тему розкрито повністю.

7. Якість оформлення кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота магістра відповідає всім вимогам до оформлення таких робіт. Стиль подання інформації є фаховим та зрозумілим. Робота не містить стилістичних відхилень та відповідає всім нормам граматики.

8. Недоліки кваліфікаційної роботи

До недоліків можливо віднести певну умовність присвоювання компетентностей вибірковим дисциплінам.

9. Загальний висновок (допускається чи не допускається до захисту), якої оцінки заслуговує кваліфікаційна робота.

Беручи до уваги новизну, актуальність, важливість отриманих результатів, їх достовірність та обґрунтованість, вважаю, що кваліфікаційна робота магістра Малайка Андрія Сергійовича «Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти» є оригінальним та завершеним науковим дослідженням.

Кваліфікаційна робота магістра Малайка А.С. рекомендується до захисту, рекомендована оцінка «відмінно».

Опонент



д.т.н., проф. Леонід Бедратюк



**ВІДГУК НАУКОВОГО КЕРІВНИКА
на кваліфікаційну роботу магістра**

гр. КНм-21-1 Малайка Андрія Сергійовича за темою: Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти

1. Актуальність теми

Питання оптимізації освіти як загалом, так і частково на слуху вже досить тривалий період часу. Держава, а також окремі представники освіти прагнуть досягти оптимізації та покращення функціонування освітніх закладів і наукових установ. Зазвичай слово оптимізація пов'язують зі скороченням, під яким мають на увазі зменшення кількості кадрів, або їх фінансування. До даного переліку можна також віднести економію, припинення роботи або об'єднання навчальних закладів тощо. Все це підтверджує, що люди в управлінні, які затверджують схожі рішення, а також журналісти та експерти, які їх обговорюють, переважно не мають уявлення про справжню оптимізацію.

В області прийняття рішень зазвичай оптимізацію пов'язують зі словами мінімізація або максимізація кінцевого результату, за який можна вважати певну мету, цільові функції, критерії ефективності за допомогою коректно сформованого розподілу присутніх ресурсів. Якщо повернутись до сфери управління освітою, то тут в якості кінцевого результату може бути ціна підготовки фахівців, якість освіти, терміни виконання проектів та тому подібне. Попри це важливо розуміти – відсутність мети, її невизначеність або відсутність бачення кінцевого результату, який прагнеться досягти, і який не включає раніше зазначеного скорочення та закриття, все це призведе до відсутності бажаної оптимізації. Тому принципово необхідно розуміти, що оптимізація не є будь-яким покращенням, а є досягненням найкращого з можливих варіантів за присутніх умов результату.

Отже, розуміння поняття оптимізації є ключовим моментом для обрання методу, який буде здатен побудувати оптимальну освітню траєкторію для здобувачів вищої освіти. Для здійснення цієї мети, необхідно виконати аналіз існуючих методів оптимізації, які відповідно можуть бути застосованими для даної сфери, та які будуть здатні змінити її у кращу сторону. Тема є достатньо обґрунтованою та актуальною.

2. Відповідність роботи предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки та загальним вимогам до наукових робіт

Кваліфікаційна робота магістра КНм-21-1 Малайка А.С. за темою: «Метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти» за ступенем обґрунтованості

наукових положень, новизни, а також обсягом, структурою та змістом викладеного матеріалу відповідає вимогам щодо наукових робіт. У роботі використані методи, що повністю відповідає предметній області спеціальності 122 Комп'ютерні науки

3. Професійні та особистісні якості магістранта

Кваліфікаційна робота магістра Малайка А.С. є результатом багаторічної роботи по вивченню методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Ним запропоновані і реалізовані основні ідеї, що дозволили отримати достатньо просту та завершену методологію побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Під час роботи над кваліфікаційною роботою магістра Малайка А.С. виявив себе старанним, працьовитим, сумлінним, кваліфікованим спеціалістом здатним генерувати і реалізовувати нові наукові та інженерні ідеї, виявив здатність самостійноприймати складні технічні рішення та проводити науково-дослідну діяльність.

4. Ступінь самостійності під час виконання кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота виконана магістрантом самостійно. Магістрантом особисто виконано аналіз предметної області, прведено теоретичні напрацювання у поєднанні із практичною реалізацією та апробацією отриманих даних. Спільно із науковим керівником: сформульовано мету роботи та завдання дослідження; проведено обговорення отриманих результатів.

5. Наукова новизна та оригінальність запропонованих підходів

В результаті проведеної кваліфікаційної роботи було вперше запропоновано метод методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму *hard skills*, критерієм максимуму *soft skills*.

За темою кваліфікаційної роботи магістра автором виконано одну наукову публікацію.

6. Ступінь оволодіння методами дослідження

Під час роботи над кваліфікаційною роботою магістра студент Малайко А.С. продемонстрував здатність формалізувати предметну область запропонованої теми для побудови відповідної інформаційної моделі. Також студентом було опановано методи збору, подання, обробки, зберігання, передачі та доступу до інформації в комп'ютерних системах.

7. Повнота та якість розкриття теми роботи

Студентом було проведено порівняння та аналіз можливих методів розв'язання поставленої задачі та обрано оптимальний варіант. Також було досліджено існуючі реалізації розв'язання подібних задач. В рамках кваліфікаційної роботи магістра було проведено

аналіз предметної області, розроблено метод побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. Виходячи з наведених положень, тема роботи є повністю розкритою.

8. Логічність, послідовність, аргументованість, літературна грамотність викладу матеріалу

Позитивними рисами кваліфікаційної роботи є системність та послідовність викладення матеріалу. Студент продемонстрував здатність збирати і аналізувати дані, для забезпечення якості прийняття рішень. У кваліфікаційній роботі магістра чудово формалізовані та систематизовані вимоги до розробленої комп'ютерної системи. Робота відповідає всім граматичним нормам та демонструє зрозумілий стиль подання інформації.

9. Можливість практичного застосування кваліфікаційної роботи, окремих її частин

Практичне значення одержаних результатів полягає у розробці методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за критеріями повноти отриманих компетентностей, критерієм максимуму hard skills, критерієм максимуму soft skills та створено застосування відносно побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти за визначеними критеріями.

10. Висновок про можливість допуску кваліфікаційної роботи до захисту, на яку оцінку заслуговує робота

Кваліфікаційна робота магістра Малайка А.С. виконана повністю у відповідності із представленими вимогами та є завершеною науковою працею. Вона містить рішення наукової задачі, яка по суті полягає у реалізації методу побудови оптимальної освітньої траєкторії здобувачів вищої освіти. З огляду на вище сказане, робота рекомендується до захисту та заслуговує на оцінку «відмінно».

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент Олександр Пасічник