

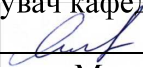
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами

Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

"Допущений до захисту"
Завідувач кафедри ІУСТ

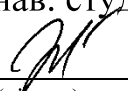

к.т.н, доц. Михелєв І.Л.
"___" "___" 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти "магістр"

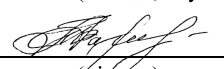
на тему: Прогнозування освітніх потреб регіонів

Виконав: студент групи 6145 м


_____ **Журан О.А.**
(підпис)

Керівник роботи:

професор кафедри ІУСТ, к.т.н.,
(посада, науковий ступінь вчене звання)


_____ **Фаріонова Т.А.**
(підпис)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут комп'ютерних наук та управління проектами

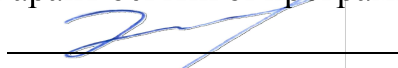
Кафедра інформаційних управляючих систем та технологій

Спеціальність 124 "Системний аналіз"

Освітня програма "Системний аналіз"

"ЗАТВЕРДЖУЮ"

Гарант освітньої програми


д.ф-м.н, проф. Ушкац М.В.

"___" _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти "магістр"

Студенту Журан Олені Анатоліївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Прогнозування освітніх потреб регіонів

Керівник роботи к.т.н., професор НУК Фаріонова Т.А.

Затверджені наказом ректора № 1055-уч. від "08" жовтня 2024 року.

2. Термін подання роботи: 15 грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) ДСТУ щодо обробки інформації, літературні джерела, технічна документація на існуючі аналоги систем, матеріали наукового стажування

4. Перелік питань, що належать до розробки (найменування розділів)

Аналіз предметної області. Дослідження методів прогнозування освітніх потреб. Проектні рішення до інформаційної системи прогнозування освітніх потреб регіонів. Реалізація проектних рішень. Розрахунок економічної ефективності впровадження інформаційної системи. Охорона праці. Охорона навколишнього середовища.

5. Перелік презентаційних матеріалів Комп'ютерна презентація

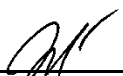
6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	професор НУК Фаріонова Т.А.	05.09.2023	22.12.2023
2	професор НУК Фаріонова Т.А.	23.12.2023	15.06.2024
3	професор НУК Фаріонова Т.А.	15.06.2024	25.09.2024
4	професор НУК Фаріонова Т.А.	25.09.2024	14.11.2024
5	професор НУК Фаріонова Т.А.	25.09.2024	14.11.2024
6	професор НУК Фаріонова Т.А.	25.09.2024	14.11.2024

7. Дата видачі завдання 05 вересня 2023 р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

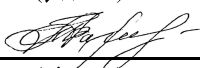
№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз предметної області. Дослідження методів прогнозування освітніх потреб.	22.12.2024	
2	Проектні рішення до інформаційної системи прогнозування освітніх потреб регіонів.	15.03.2024	
3	Реалізація проектних рішень.	15.06.2024	
4	Аналіз предметної області. Дослідження методів прогнозування освітніх потреб.	25.09.2024	
5	Обчислення економічної ефективності	14.11.2024	
6	Вирішення питань охорони праці та навколишнього середовища	14.11.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	14.11.2024	
8	Подання магістерської роботи на перевірку на плагіат	16.11.2024	
9	Подання магістерської роботи рецензенту	20.11.2024	
10	Подання магістерської роботи на державний захист	15.12.2024	

Студент


 (підпис)

Журан О.А.
 (ПІБ)

Керівник роботи


 (підпис)

Фаріонова Т.А.
 (ПІБ)

АНОТАЦІЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи на тему: «Прогнозування освітніх потреб регіону»

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено проблему прогнозування освітніх потреб регіонів України з використанням сучасних математичних моделей. Основна увага приділена аналізу соціально-економічних чинників, які впливають на запит на освітні послуги, побудову прогнозової моделі та проєктуванню інформаційної системи для автоматизації збору, обробки та аналізу даних.

У роботі проведено огляд методів прогнозування освітніх потреб, обґрунтовано вибір моделі SARIMAX для врахування сезонних, трендових та екзогенних змін. Розроблено математичну модель, яка інтегрує демографічні дані, рівень безробіття, міграційний баланс, середній дохід та економічні показники регіонів. Спроєктовано інформаційну систему, що забезпечує візуалізацію прогнозів, автоматичне формування звітів та можливість інтерактивної взаємодії користувачів з даними.

Практична значущість роботи полягає у розробці моделі прогнозування освітніх послуг, яка може використовуватися освітніми установами, органами управління та аналітичними центрами для планування освітніх програм, оптимізації ресурсів та адаптації процесів до реальних потреб ринку навчальної праці.

Робота складається зі 93 сторінки, містить 12 рисунків, 6 таблиць, 2 додатки, перелік використаних джерел із 30 найменувань.

Ключові слова: візуалізація, інформаційна система, математична модель, освітні потреби, прогнозування.

ANNOTATION

to the master's qualification work on the topic: "Forecasting the educational needs of the region"

The master's qualification work investigates the problem of forecasting the educational needs of the regions of Ukraine using modern mathematical models. The main attention is paid to the analysis of socio-economic factors that affect the demand for educational services, the construction of a forecast model and the design of an information system for automating data collection, processing and analysis.

The work reviews methods for forecasting educational needs, justifies the choice of the SARIMAX model to take into account seasonal, trend and exogenous changes. A mathematical model has been developed that integrates demographic data, unemployment rate, migration balance, average income and economic indicators of regions. An information system has been designed that provides visualization of forecasts, automatic generation of reports and the possibility of interactive user interaction with data.

The practical significance of the work lies in the development of a model for forecasting educational services, which can be used by educational institutions, management bodies and analytical centers for planning educational programs, optimizing resources and adapting processes to the real needs of the educational labor market.

The work consists of 93 pages, contains 12 figures, 6 tables, 2 appendices, a list of sources used with 30 names.

Keywords: visualization, information system, mathematical model, educational needs, forecasting.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНІХ ПОТРЕБ	10
1.1 Аналіз проблеми взаємозв'язку ринку праці та системи освіти	10
1.2 Огляд існуючих підходів до прогнозування освітніх потреб.....	12
1.3 Визначення вимог до моделі прогнозування	14
1.4 Обґрунтування вибору математичної моделі.....	16
1.5 Постановка задачі розробки інформаційної системи.....	18
Висновок до розділу 1	19
РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНІХ ПОТРЕБ РЕГІОНУ	21
2.1 Мета, призначення та цільова аудиторія інформаційної системи	21
2.2 Опис параметрів системи та ключових метрик	22
2.3 Визначення функціональних та нефункціональних вимог до інформаційної системи	24
2.3.1 Функціональні вимоги.....	24
2.3.2 Визначення нефункціональних вимог до інформаційної системи	27
2.4 Моделювання прецедентів.....	30
2.5 Вибір технологій для розробки системи.....	32
2.6 Діаграма переходів веб-застосунку.....	35
2.7 Моделювання структури фронтенду.....	37
2.8 Діаграма активностей для сценарію авторизації	39
Висновки до розділу 2	40
РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТИВНИХ РІШЕНЬ	42
3.1. Аналіз набору даних для прогнозу.....	42
3.2 Підготовка даних та опис моделі прогнозування	45
3.3 Побудова прогнозу освітніх послуг в регіоні	48
3.4 Аналіз отриманих результатів	55
Висновки до розділу 3	56

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНИХ ПОСЛУГ	58
4.1 Розрахунок витрат на створення й експлуатацію інформаційної системи	58
4.2 Розрахунок економічної ефективності	61
4.3 Розрахунок строку окупності програми	61
Висновки до розділу 4	62
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ	63
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів	63
5.2 Розрахунок системи штучного освітлення приміщення	69
5.3 Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих факторів	71
Висновок до розділу 5	74
РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	75
6.1 Забруднення навколишнього середовища	76
6.2 Заходи запобігання забруднення навколишнього середовища	79
Висновки до розділу 6	83
Висновки	84
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ	87
Додаток А Лістинг_коду для прогнозування	90
Додаток Б Лістинг коду для побудови графіків	92

Вступ

Актуальність дослідження прогнозування освітніх потреб регіону зумовлена забезпеченістю забезпечення ефективного планування та розвитку освітньої системи в сучасних нестабільних умовах.

Проблема актуалізується з урахуванням нерівномірного розвитку регіонів, демографічних змін, зокрема зниження чисельності населення та зростання міграційних потоків. У контексті децентралізації важливо формувати освітню політику на рівнях територіальних громад з опорою на обґрунтовані прогнози, що враховують соціальні, економічні та демографічні чинники.

Сучасні технології прогнозування на основі математичного моделювання, машинного навчання та статистичних методів дають можливість оцінити попит на освітні послуги, що є необхідним для ефективного управління ресурсами. Це особливо важливо в контексті регіонального дисбалансу попиту на освітні послуги, які впливають на економічну активність та спеціалізацію регіонів. Наявність достовірних прогнозів дозволяє сформулювати рекомендації для закладів вищої та професійної освіти щодо адаптації навчальних програм до актуальних потреб ринку праці [27].

Крім того, актуальність теми посилюється вирішенням проблем дисбалансу між підготовленими кадрами та реальним попитом у ключових сферах, таких як інформаційні технології, інженерія, медицина, тощо. Це має стратегічне значення для підвищення конкурентоспроможності регіонів та країни в цілому. Тому розробка моделей прогнозування освітніх потреб на основі системного аналізу є актуальною як з наукової, так і з практичної точки зору, сприяє підвищенню ефективності освітньої політики та формування умов для сталого розвитку регіонів у відповідності до вимог сучасного суспільства.

Мета роботи полягає у розробці та впровадженні системи прогнозування освітніх потреб регіону на основі обраного методу, що включає аналіз ключових факторів, моделювання та побудову прогнозів з використанням сучасних методів аналізу даних.

Об'єктом дослідження є процес формування та задоволення потреб у сфері освіти на регіональному рівні.

Предметом дослідження виступають методи прогнозування освітніх потреб, їх вплив на регіональну політику та стратегії розвитку.

Для досягнення мети роботи необхідно виконати наступні завдання:

- 1) обґрунтувати актуальність прогнозування освітніх потреб у контексті соціально-економічного розвитку регіонів;
- 2) провести аналіз ключових факторів, що впливають на формування освітніх потреб: демографічні показники, рівень зайнятості, міграційний баланс, середні доходи населення.
- 3) розробити модель прогнозування освітніх потреб з використанням сучасних математичних методів аналізу;
- 4) спроектувати інформаційну систему для збору, візуалізації та інтерпретації прогнозів;
- 5) перевірити точність прогнозів за допомогою статистичних показників та оцінити достовірність отриманих результатів.

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи магістра були представлені на V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції: Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи (ITMAS – 2024) за якими опубліковані тези доповіді [1].

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ. ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНІХ ПОТРЕБ

1.1 Аналіз проблеми взаємозв'язку ринку праці та системи освіти

Взаємозв'язок між ринком праці та системою освіти є однією з ключових проблем, що впливають на економічний розвиток регіонів та ефективність використання людського капіталу. Освітні заклади відіграють важливу роль у формуванні кваліфікованих фахівців, однак нерідко стикаються з викликами, пов'язаними із недостатньою адаптацією до змін на ринку праці. Це проявляється в невідповідності між професійними компетенціями випускників та реальними запитами роботодавців.

Згідно з доповіддю World Economic Forum 2023 року, технологічні трансформації, автоматизація та цифровізація суттєво змінюватимуть ринок праці в найближчі роки [1]. Особливий акцент зроблено на зростаючому попиті на спеціалістів у галузі штучного інтелекту, аналізу даних та інших технологічних напрямках. Важливим рішенням для ефективного реагування на ці виклики є використання інструментів прогнозування освітніх потреб. Вони сприятимуть оперативному коригуванню програм навчання, зокрема з огляду на короткострокові прогнози на 3–5 років. Крім того, в доповіді наголошується на необхідності модернізації освітніх програм, особливо в секторах, які найбільше постраждали через відтік кадрів та мобілізацію чоловіків — таких як ІТ, сільське господарство та енергетика.

Як свідчить дослідження Times Higher Education, для України ключовим стратегічним завданням має стати розвиток системи безперервного навчання та професійного вдосконалення, щоб забезпечити ринок кваліфікованими кадрами [1]. Проте, на сьогодні, недостатнє фінансування цієї сфери є суттєвим викликом для відновлення людського потенціалу країни.

Відсутність системного підходу до прогнозування потреб у фахівцях призводить до дефіциту кадрів у певних галузях, тоді як в інших виникає

перенасичення спеціалістами, що ускладнює їх працевлаштування. Розглянемо більш детально проблеми, з якими стикаються навчальні освітні заклади та ринок праці.

Заклади освіти стикаються з кількома критичними проблемами.

По-перше, тривалий цикл підготовки спеціалістів у вищих навчальних закладах, який зазвичай становить кілька років, не дозволяє оперативно реагувати на зміни у структурі зайнятості. Економічні трансформації, технологічні інновації та глобальні виклики, такі як автоматизація чи зміна виробничих пріоритетів, здатні швидко змінювати попит на певні професії. Водночас освітні програми частіше залишаються статичними або не встигають за стрімкими змінами зовнішнього середовища, що ускладнює підготовку випускників, готових до нових вимог ринку.

По-друге, багато закладів освіти зосереджуються на загальній кількості студентів, що отримують дипломи, а не на стратегічному плануванні у контексті актуальних і майбутніх потреб ринку праці. Це сприяє нераціональному використанню державного замовлення та ресурсів.

Ринок праці також має свої обмеження у формуванні запиту на кваліфіковані кадри.

По-перше, роботодавці часто не можуть чітко формулювати свої довгострокові потреби, що ускладнює їх інтеграцію у процес формування державного замовлення.

По-друге, регіональні особливості та нерівномірний економічний розвиток спричиняють дисбаланс у розподілі фахівців. У деяких регіонах спостерігається концентрація робочих місць у традиційних галузях, тоді як інші регіони зазнають дефіциту кадрів у технологічних чи креативних індустріях. Відсутність систематичного аналізу регіональних тенденцій спричиняє неефективне використання трудового потенціалу.

Важливість підготовки спеціалістів, які відповідають потребам ринку праці, очевидна, оскільки це безпосередньо впливає на конкурентоспроможність економіки, рівень зайнятості та добробут населення як регіону так й країни в

цілому. Успішна інтеграція освіти та ринку праці забезпечує гармонійний розвиток економіки, зменшує соціальну напругу, пов'язану з безробіттям, та стимулює інновації. Особливо це стосується регіонального рівня, де відсутність кадрів у певних галузях може значно уповільнити розвиток інфраструктури, медицини, освіти чи промисловості. У цьому контексті важливо враховувати демографічні тенденції, такі як старіння населення чи внутрішня міграція, які впливають на попит на певні професії та їх географічний розподіл.

Системний підхід до вирішення цієї проблеми вимагає створення моделей прогнозування, які враховуватимуть не лише поточні потреби ринку праці, а й його перспективні зміни. Використання таких моделей дозволить оптимізувати процес формування державного замовлення, збалансувати підготовку фахівців та сприяти зменшенню диспропорцій між регіонами. В основі таких моделей мають лежати аналіз великих обсягів даних, облік трендів у економіці, технічний прогрес та демографічні зміни. Тільки інтеграція освіти, бізнесу та держави здатна забезпечити довгострокову ефективність ринку праці та розвиток регіонів.

1.2 Огляд існуючих підходів до прогнозування освітніх потреб

Прогнозування освітніх потреб регіонів є багатовимірною проблемою, яка вимагає точного врахування великої кількості змінних і взаємозв'язків між ними. Однією з ключових складностей цього процесу є швидкі зміни на ринку праці, спричинені економічними, соціальними, демографічними та технологічними чинниками. Економічні кризи, технологічні інновації, автоматизація робочих процесів і навіть зовнішні фактори, як-от пандемії, можуть кардинально змінити попит на спеціалістів у різних галузях. Освітні заклади стикаються з необхідністю готувати фахівців, адаптованих до майбутніх викликів, але тривалий період навчання та недостатня гнучкість програм часто заважають оперативно реагувати на ці зміни.

Одним із найскладніших аспектів є недостатня інтеграція між ринком праці й системою освіти. Освітні програми часто базуються в кращому випадку на поточних потребах, а не на прогнозах, що враховують перспективні тенденції. Відсутність систематичного збору даних і аналізу, недостатня співпраця між роботодавцями та освітніми установами, а також неоднорідність регіональних економік лише ускладнюють процес прогнозування. Зокрема, у регіонах із низьким рівнем економічного розвитку чи з однобічною спеціалізацією, наприклад у сільському господарстві або добувній промисловості, може виникати дефіцит фахівців у нових галузях.

Існуючі підходи до прогнозування освітніх потреб включають різноманітні методи, кожен із яких має свої переваги та обмеження.

Експертні оцінки залишаються популярним методом завдяки простоті реалізації. Вони базуються на думках професіоналів, які аналізують існуючі тенденції. Цей підхід добре працює для короткострокового прогнозування, однак його суб'єктивність і обмеженість у врахуванні багатофакторних змін знижують ефективність. Наприклад, експертам може бути складно оцінити вплив нових технологій чи економічних потрясінь, які раніше не спостерігалися. Також експерт частіше має вузьку спеціалізацію. Відповідно при прогнозуванні попиту не будуть враховані інші показники, наприклад макроекономічні показники.

Регресійні моделі, з іншого боку, дозволяють проводити кількісний аналіз взаємозв'язків між факторами, такими як рівень економічного розвитку, демографічні показники чи структура зайнятості. Цей підхід корисний для виявлення основних закономірностей, але його застосування може бути обмежене у випадках, коли дані мають високу динамічність або нелінійний характер. Наприклад, регресійна модель може не врахувати різких змін у попиті, викликаних появою нових галузей, таких як відновлювана енергетика чи ІТ.

Методи аналізу часових рядів пропонують прогнозування на основі виявлення історичних тенденцій [2]. Цей підхід корисний для довгострокового планування в стабільних умовах, але він схильний до значних похибок у

випадках, коли на зміну тенденціям впливають зовнішні чинники, наприклад, зміна політики чи інвестицій у регіон.

Сучасні підходи, що включають методи машинного навчання, такі як нейронні мережі чи дерева рішень, демонструють значний потенціал у сфері прогнозування освітніх потреб. Ці методи дозволяють працювати з великими масивами даних, враховувати складні багатофакторні взаємозв'язки та адаптуватися до нових умов. Наприклад, використання глибокого навчання дозволяє моделювати взаємодію між демографічними, економічними й технологічними факторами, прогнозуючи потребу у фахівцях у різних галузях. Однак ці підходи вимагають значних обчислювальних ресурсів і якісних вхідних даних, що може бути проблемою для деяких регіонів.

Нажаль сьогодні, в умовах воєнного стану, збір статистичних даних значно ускладнено через дестабілізацію державної системи управління, порушення логістичних процесів та обмеження доступу до багатьох регіонів. Багато інституцій, які раніше забезпечували регулярний моніторинг, змушені скоротити або припинити свою діяльність. Це відбувається до окремих цільових і достовірних наборів даних, найбільше для аналітичних досліджень і прогнозування.

1.3 Визначення вимог до моделі прогнозування

Для ефективного прогнозування освітніх потреб регіонів важливо визначити вимоги до моделі, яка дозволить точно врахувати всі необхідні фактори, що впливають на попит на фахівців у конкретних галузях. Прогнозування освітніх потреб повинно ґрунтуватися на ретельному аналізі демографічних, економічних, соціальних та технологічних факторів, які змінюються з часом. Визначення вимог до обраної моделі прогнозування є важливим етапом для забезпечення її ефективності та адаптивності до змін, що відбуваються у суспільстві та на ринку праці.

Прогнозування повинно базуватися на доступних даних і методах, які дозволяють враховувати складні взаємозв'язки між демографічними змінами, економічним розвитком і потребою в освіті.

Ключовою вимогою є здатність моделі інтегрувати різноманітні фактори, які впливають на попит на освітні послуги. Це можуть бути як макроекономічні фактори, так і специфічні локальні умови. Модель повинна враховувати не тільки загальні тенденції в економіці, але й зміни на ринку праці, рівень безробіття, доступність робочих місць, специфіку галузей та їх розвиток. Одночасно необхідно враховувати зміни в структурі населення, зокрема демографічні зміни, старіння населення, рівень міграції та інші аспекти, які можуть вплинути на попит на певні професії.

Крім цього, важливим аспектом є адаптивність моделі до нових даних і можливість її коригування в разі зміни умов. У реальному світі економічні, соціальні та технологічні зміни відбуваються швидко, тому модель повинна мати можливість оперативно реагувати на ці зміни. Здатність до коригування є особливо важливою в умовах непередбачуваних факторів, таких як економічні кризи, зміни в політичній ситуації або значні технологічні прориви, що можуть різко змінити потребу в спеціалістах.

Наступною вимогою є можливість моделі працювати з великими обсягами даних, зокрема, використання сучасних методів обробки даних для аналізу і прогнозування. Сучасні підходи до прогнозування вимагають інтеграції різних джерел даних, таких як статистика по ринку праці, демографічні дані, економічні показники, а також інформація з відкритих джерел, таких як новини, галузеві звіти, тощо. Всі ці дані повинні бути оброблені та інтегровані для отримання точного прогнозу.

Значною вимогою до моделі є її прозорість і зрозумілість для кінцевих користувачів. Прогнозування має бути не тільки точним, але й зрозумілим для тих, хто буде використовувати отримані результати для прийняття рішень. Важливо, щоб модель була зрозумілою для фахівців з різних сфер, зокрема, для освітніх адміністраторів, регіональних органів влади та інших зацікавлених

сторін. Прогнозування повинно бути доступним для інтерпретації, щоб користувачі могли зрозуміти, які фактори впливають на результат, і які рішення потрібно прийняти для оптимізації освітнього процесу.

Крім того, модель повинна мати можливість враховувати специфіку регіональних потреб, адже попит на спеціалістів може суттєво відрізнятись в різних регіонах, в залежності від рівня розвитку інфраструктури, інвестиційної привабливості, наявності великих підприємств, наукових установ і інших факторів. Таким чином, моделі прогнозування повинні бути налаштовані на локальні особливості і надавати рекомендації, що відповідають конкретним регіональним умовам.

Отже, вимоги до моделі прогнозування освітніх потреб є комплексними і багатовимірними. Вони включають здатність моделі враховувати різноманітні фактори, що впливають на попит на фахівців, адаптуватися до змін, працювати з великими даними і бути зрозумілою для користувачів. Створення такої моделі дозволить регіональним освітнім установам та органам влади забезпечити підготовку кадрів, відповідних вимогам майбутнього, та ефективно керувати процесом освіти в умовах динамічних змін на ринку праці.

1.4 Обґрунтування вибору математичної моделі

Модель SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with exogenous regressors), яка є розширенням класичної моделі ARIMA й ефективним інструментом для прогнозування освітніх послуг, тому що вона дозволяє зменшити складну сезонну і трендову структуру даних, характерну для багатьох соціально-економічних процесів. Освітні потреби, як правило, мають сезонний характер через циклічність вступної кампанії, завершення навчальної програми та вплив демографічних змін, що робить застосування цієї моделі виправданим. SARIMAX забезпечує можливість інтеграції зовнішніх регресорів, таких як демографічні дані, показники економічного розвитку регіонів, рівень безробіття та інші ключові фактори, які впливають на запит на освітні послуги.

Ключовою перевагою моделі SARIMAX є її здатність враховувати як короткострокові, так і довгострокові зміни в часових межах, що дозволяє більш точно моделювати тренди. Інтеграційний компонент моделі забезпечує врахування нестационарності даних, що є частиною явищем у реальних системах. Сезонний компонент дозволяє моделювати періодичні зміни, які можуть бути зумовлені освітніми циклами. Використання регресорів заважає впливу зовнішніх факторів на попит, що забезпечує точність прогнозів.

Таким чином, вибір SARIMAX обґрунтований її універсальністю, здатністю отримати широкий спектр факторів та точністю прогнозів у динамічних системах. Це робить її ефективним інструментом для прийняття стратегічних рішень в освітній галузі.

Модель SARIMAX включає наступні компоненти.

Компоненти ARIMA:

$$y_t = \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \dots + \phi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

де ϕ_i - коефіцієнти авторегресії,

ε_t - випадкова похибка;

p - порядок авторегресії (AR), який враховує залежність поточного значення від попередніх;

d - порядок інтеграції (I), який забезпечує стаціонарність ряду шляхом різницювання:

$$y'_t = y_t - y_{t-1}$$

q - порядок ковзного середнього (MA), що враховує вплив попередніх похибок:

$$y_t = \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Сезонність:

У моделі враховано сезонність шляхом додавання компонент P, D, Q, m , де m - період сезонності (12 місяців). Формула для сезонної частини схожа на ARIMA, але враховує сезонні лаги.

Екзогенні змінні:

Екзогенні змінні – це зовнішні фактори, що впливають на нашу модель (наприклад, населення, рівень безробіття, міграція) включаються у вигляді додаткової матриці X_t , яка враховується під час побудови прогнозу:

$$y_t = ARIMA(y_t) + \beta_1 X_{t1} + \beta_2 X_{t2} + \dots + \beta_k X_{tk}$$

1.5 Постановка задачі розробки інформаційної системи

З метою реалізації поставлених у кваліфікаційній роботі цілей, а саме прогнозування освітніх потреб регіонів, слід розробити відповідну інформаційну систему. Система повинна надавати прогнози попиту в конкретних спеціальностях, а також інші ключові показники, які допоможуть органам управління освітою, навчальним закладам і студентам планувати свої дії в майбутньому. Рішення буде орієнтоване на ефективне управління освітніми ресурсами, розвиток стратегічних програм забезпечення професійної підготовки фахівців.

Завдання інформаційної системи прогнозу освітніх послуг:

- визначення ключових факторів, що впливають на потреби в освіті в різних регіонах;
- збір статистичних даних про регіональні потреби в освітніх послугах;
- обробка отриманих даних відповідно до обраної моделі аналізу часових рядів;
- створення інтерфейсу для користувачів, що дозволяє вводити дані, отримувати прогнози, будувати графіки і генерувати звіти.

Інформаційна система для прогнозування освітніх потреб регіонів стане гарним інструментом для прийняття обґрунтованих рішень в областях освіти та професійної підготовки кадрів. Вона допоможе усунути дисбаланс між кількістю вакансій та випускників, розмістити переваги для розвитку освітніх програм і спеціальностей у кожному конкретному регіоні, а також сприяти підвищенню ефекту.

Висновок до розділу 1

Рішення проблеми розвитку ринку праці та системи освіти потребує комплексного підходу. Важливими аспектами є адаптація освітніх програм до сучасних викликів, прогнозування потреб у професійних кадрах, розвиток партнерства між освітніми установами та роботодавцями, а також запровадження інноваційних форм навчання. Лише інтеграція цих підходів дозволить забезпечити сталий розвиток економіки через ефективне використання людського капіталу.

В першому розділі кваліфікаційної роботи докладно розглянуто існуючі проблеми та взаємозв'язки різних факторів у сфері освіти. Визначено які саме чинники здійснюють суттєвий вплив на потреби ринку праці та які існують підходи до прогнозування освітніх потреб у регіонах.

В основу обробки вихідних даних покладена модель SARIMAX, яка є ефективним інструментом для прогнозування освітніх послуг. Вона дозволяє зменшити складну сезонну і трендову структуру даних, характерну для багатьох соціально-економічних процесів. Освітні потреби, як правило, мають сезонний характер через циклічність вступної кампанії, завершення навчальної програми та вплив демографічних змін, що робить застосування цієї моделі виправданим. SARIMAX забезпечує можливість інтеграції зовнішніх факторів, таких як демографічні дані, показники економічного розвитку регіонів, рівень безробіття та інші ключові фактори, які впливають на запит на освітні послуги.

Ключовою перевагою моделі SARIMAX є її здатність втрачати як короткострокові, так і довгострокові зміни в часових межах, що дозволяє більш точно моделювати тренди. Інтеграційний компонент моделі забезпечує врахування нестационарності даних, що є частиною явищем у реальних системах. Сезонний компонент дозволяє моделювати періодичні зміни, які можуть бути зумовлені освітніми циклами. Використання регресорів заважає впливу зовнішніх факторів на попит, що забезпечує точність прогнозів.

В сучасних складних умовах збору інформації та постійної міграції населення, швидкого розвитку технологій актуальна розробка інформаційної системи для автоматизації збору, обробки та прогнозування попиту на фахівців у регіонах.

В роботі сформульовані мета та основні задачі для розробки інформаційної системи прогнозування попиту освітніх послуг. Реалізація поставлених завдань має на меті сприяти досягненню мити, поставленої у магістерському дослідженні.

РОЗДІЛ 2 ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ ДО ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНІХ ПОТРЕБ РЕГІОНУ

2.1 Мета, призначення та цільова аудиторія інформаційної системи

Мета інформаційної системи для прогнозування освітніх потреб регіонів полягає у створенні ефективного інструменту для аналізу та прогнозування потреб в освітніх послугах на основі інтеграції статистичних даних та застосування методів статистичного аналізу.

Система орієнтована на ідентифікацію ключових факторів, що впливають на попит на освітні програми, та надання рекомендацій для освітніх установ щодо адаптації програм під актуальні потреби ринку праці. Вона покликана сприяти розвитку регіональної економіки через підготовку висококваліфікованих спеціалістів відповідно до потреб ринку.

Основним призначенням системи є збирання, обробка та аналіз статистичних даних, включаючи показники населення, рівень безробіття, середній дохід, міграційний баланс, темпи приросту ВВП, а також дані про попит на спеціалістів у різних сферах.

Цільова аудиторія системи охоплює представників освітніх установ, регіональних органів управління, що займаються плануванням освітньої політики, а також представників приватного сектора, зацікавлених у прогнозуванні кадрових потреб.

Інформаційна система дозволяє автоматизувати процеси збирання даних з різних джерел, забезпечуючи їхню валідацію, очищення та стандартизацію для подальшого аналізу. Завдяки використанню обраних методів прогнозування, система генерує прогнози щодо попиту на конкретні спеціальності в різних регіонах та рекомендації для університетів щодо зміни навчальних програм. Це дозволяє освітнім закладам швидко реагувати на зміни у структурі економіки та забезпечувати якісну підготовку спеціалістів, орієнтовану на довгострокову перспективу.

Цільова аудиторія системи отримує доступ до інтерактивного інтерфейсу, що надає зручні інструменти для аналізу та візуалізації даних. Користувачі можуть використовувати функціонал для порівняння динаміки показників, визначення трендів і встановлення причинно-наслідкових зв'язків між ключовими факторами.

Крім того, система підтримує генерацію звітів, які можуть бути використані для прийняття стратегічних рішень щодо розвитку освітньої інфраструктури.

Унікальність підходу полягає в інтеграції різномірних даних, що дозволяє створити комплексне уявлення про стан ринку освітніх послуг у різних регіонах. В результаті освітні установи отримують науково обґрунтовані рекомендації для розробки програм, що відповідають сучасним вимогам економіки. Таким чином, система сприяє ефективному розподілу ресурсів, підвищенню якості освітніх послуг і гармонізації ринку праці. Вона має довгострокову мету стати основою для розробки регіональних стратегій розвитку освітніх систем, що враховують демографічні, соціально-економічні та професійні тренди.

2.2 Опис параметрів системи та ключових метрик

Інформаційна система повинна мати модуль збирання даних, здатний отримувати інформацію з різних джерел, таких як бази статистики та звіти ринкових досліджень, із забезпеченням автоматичної перевірки достовірності та валідації вхідних даних.

Передбачено наявність модуля попередньої обробки даних, що включає фільтрацію, стандартизацію та нормалізацію показників, необхідних для подальшого аналізу.

Ключовою функцією є застосування математичних моделей для прогнозування попиту на освітні послуги, які мають враховувати такі фактори, як демографічна структура, рівень безробіття, середній дохід, темпи приросту

ВВП, міграційний баланс та динаміку ринку праці за ключовими спеціалізаціями.

Інформаційна система прогнозування попиту на освітні послуги повинна забезпечувати можливість багатофакторного аналізу базових показників. Для реалізації цих функцій передбачено модуль прогнозування, який на основі вхідних даних та застосування певних алгоритмів обчислює очікуваний попит на спеціалістів у сферах визначений сфері та регіоні.

Модуль візуалізації даних має забезпечувати формування графіків, діаграм та карт, що демонструють результати прогнозу, динаміку змін показників і регіональні особливості попиту.

Передбачено інтерфейс користувача, який дозволяє здійснювати інтерактивний пошук, сортування та фільтрацію даних, аналізувати результати прогнозів і формувати звіти у форматах, придатних для подальшого використання.

Особливу увагу приділено реалізації функціоналу для генерації рекомендацій освітнім установам на основі усереднення попиту на спеціалістів у різних регіонах, що дозволить адаптувати навчальні програми відповідно до ринкових тенденцій.

Інформаційна система, що розроблюється, повинна підтримувати багаторівневий доступ, що гарантує розмежування прав користувачів залежно від їхньої ролі: адміністраторам надається можливість керувати базами даних і налаштуваннями, а користувачам — доступ до інструментів аналізу та прогнозування.

Необхідно реалізувати можливість експорту результатів у стандартизованих форматах, таких як CSV, Excel або PDF, що сприятиме інтеграції з іншими системами та підвищенню зручності використання.

2.3 Визначення функціональних та нефункціональних вимог до інформаційної системи

2.3.1 Функціональні вимоги

Функціональні і нефункціональні вимоги є важливими складовими при розробці будь-якого програмного продукту. Функціональні вимоги описують, що саме система повинна робити, тобто визначають основні функції, які система має виконувати, як вона взаємодітиме з користувачем, іншими системами та оброблятиме дані. Це можуть бути такі завдання, як реєстрація користувачів, обробка даних, чи забезпечення доступу до певної інформації.

Функціональні вимоги до інформаційної системи прогнозування освітніх потреб регіонів базуються на необхідності забезпечення інтеграції, обробки та аналізу великого обсягу даних для формування точних прогнозів та надання обґрунтованих рекомендацій освітнім установам і органам управління.

Визначення цих вимог на ранніх етапах розробки дозволяє чітко спланувати майбутню систему, забезпечити її відповідність потребам користувачів і технічним стандартам, а також уникнути багатьох проблем, що можуть виникнути на етапах тестування чи після запуску. Функціональні вимоги забезпечують основну структуру, в той час як нефункціональні вимоги дозволяють забезпечити ефективність і якість роботи системи в реальних умовах експлуатації.

Функціональні вимоги також включають забезпечення масштабованості системи для роботи з великим обсягом даних та можливості оновлення алгоритмів прогнозування для врахування нових тенденцій і методів аналізу.

Безпека даних має забезпечуватися шляхом впровадження механізмів шифрування та автентифікації, що унеможливило несанкціонований доступ до інформації.

Додатково система повинна забезпечувати функціонал моніторингу якості даних, включаючи аналіз наявності пропусків, виявлення аномалій та

сповіщення користувачів про потенційні помилки у вхідних даних. Така система покликана не лише автоматизувати процес прогнозування, а й надати інструменти для прийняття стратегічних рішень у сфері розвитку освіти, забезпечуючи адаптивність до регіональних потреб та тенденцій.

Таким чином, можна виділити наступні функціональні вимоги до інформаційної системи прогнозування освітніх послуг в регіоні:

1. Авторизація

FR 1.1 Користувач має можливість ввести свою електронну пошту для реєстрації в системі.

FR 1.2 Система перевіряє коректність введеної електронної пошти та надсилає на вказану адресу верифікаційний код.

FR 1.3 Користувач вводить отриманий код для підтвердження своєї пошти.

FR 1.4 Система перевіряє правильність введеного коду.

FR 1.5 Користувач створює пароль для доступу до системи.

FR 1.6 Система зберігає зашифрований хеш паролю в базі даних.

FR 1.7 Після створення паролю система надає користувачу доступ до свого облікового запису.

2. Автоматичний збір даних з зовнішніх джерел:

FR 2.1 Функція інтеграції з зовнішніми джерелами даних:

FR 2.1.1 Система повинна автоматично отримувати статистичні дані чисельність населення по регіонам, рівень безробіття, середній дохід, міграційний баланс, ВВП.

3. Введення даних про регіональні потреби:

FR 3.1 Користувач має можливість вибрати регіон для введення даних.

FR 3.2 Система надає форму для введення інформації про потреби в освіті для обраного регіону.

FR 3.3 Користувач вводить загальну кількість вакансій у регіоні для кожного напрямку.

FR 3.4 Користувач вводить дані про наявність навчальних закладів (кількість шкіл, університетів тощо).

FR 3.5 Користувач може вказати рівень доступності освітніх послуг у регіоні (наприклад, доступність для людей з обмеженими можливостями, рівень цифровізації).

FR 3.6 Користувач додає додаткові коментарі чи зауваження щодо освітніх потреб регіону (за потреби).

FR 3.7 Після введення всіх даних система перевіряє їх на коректність та повідомляє користувача про помилки (якщо такі є).

FR 3.8 Користувач має можливість зберегти введені дані для конкретного регіону в базі даних.

FR 3.9 Користувач може редагувати введені дані до того, як вони будуть збережені.

FR 3.10 Після збереження даних система підтверджує успішне введення та надає можливість продовжити введення даних для інших регіонів.

3. Перегляд прогнозів

FR 3.1 Користувач має можливість вибрати регіон для перегляду прогнозу.

FR 3.2 Система відображає дані про потреби в освіті для вибраного регіону за попередні роки, зібрані з ЄДБО.

FR 3.3 Користувач може вибрати період для аналізу, наприклад, за останні 2, 3, чи 5 років. Більший діапазон аналізу для сучасного бурхливого часу немає сенсу.

FR 3.4 Система аналізує історичні дані та будує прогнози щодо майбутніх потреб у освіті для вибраного регіону.

FR 3.5 Користувач може порівняти дані за різні роки, щоб побачити тенденції та зміни в потребах.

FR 3.6 Прогнози можуть бути представлені у вигляді графіків, що демонструють динаміку змін за вибраний період.

FR 3.7 Користувач може вибрати тип прогноза, наприклад, прогноз на кілька років уперед або по місяцях/кварталах для конкретного року.

FR 3.8 Система відображає можливі помилки або невизначеності в прогнози на основі неповних або неточних даних.

FR 3.9 Користувач може зберегти побудовані прогнози у вигляді звіту або таблиці для подальшого використання.

FR 3.10 Система надає можливість порівняти прогнозовані дані з реальними результатами по завершенню періоду для перевірки точності прогнозу.

4 Генерація звіту

FR 4.1 Користувач має можливість вибрати тип звіту для генерації (за регіоном, періодом або параметрами).

FR 4.2 Система дозволяє вибрати формат для збереження звіту (PDF, Excel, CSV).

FR 4.3 Користувач налаштовує вміст звіту, вибираючи необхідні дані та графіки.

FR 4.4 Система генерує звіт за вибраними параметрами.

FR 4.5 Користувач може переглянути і зберегти звіт у вибраному форматі.

FR 4.6 Звіт можна експортувати на електронну пошту або в інші системи.

2.3.2 Визначення нефункціональних вимог до інформаційної системи

Нефункціональні вимоги, в свою чергу, описують, як система повинна працювати. Нефункціональні вимоги до інформаційної системи прогнозування освітніх потреб регіонів охоплюють характеристики, які забезпечують її ефективність, надійність, зручність використання та безпеку. Вони стосуються

таких характеристик, як швидкість, надійність, безпека, зручність користування та здатність системи працювати під великим навантаженням.

Нефункціональні вимоги часто визначають критерії, за якими буде оцінюватися успіх продукту, наприклад, доступність системи або час відгуку на запити користувача.

Інформаційна система повинна бути високопродуктивною, що означає здатність обробляти великі обсяги даних у реальному часі та швидко виконувати операції збору, аналізу і прогнозування з мінімальною затримкою. Продуктивність системи має гарантувати обробку не менше ніж 10 000 записів даних за одну секунду з можливістю масштабування відповідно до зростання обсягів інформації.

Надійність системи повинна забезпечувати безперервну роботу без збоїв протягом тривалого часу, включаючи автоматичне відновлення після відмов завдяки використанню резервного копіювання та механізмів відновлення даних.

Зручність використання передбачає інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, що дозволяє різним категоріям користувачів легко взаємодіяти з системою, включаючи можливість налаштування інтерфейсу під конкретні потреби. Інформаційна система повинна забезпечувати підтримку багатомовного інтерфейсу, який дозволяє використовувати її в різних мовних середовищах.

Безпека інформаційної системи є критично важливою вимогою, яка включає захист конфіденційних даних шляхом застосування сучасних методів шифрування, автентифікації користувачів та захисту від кіберзагроз. Підтримка розмежування прав доступу забезпечує обмеження функціоналу для різних ролей користувачів, запобігаючи несанкціонованому використанню системи.

Сумісність із зовнішніми системами є ключовою вимогою, яка передбачає інтеграцію з іншими інформаційними платформами та забезпечення можливості імпорту й експорту даних у стандартних форматах, таких як JSON, XML, CSV, Excel та PDF.

Гнучкість системи полягає у можливості її адаптації до нових методів аналізу та прогнозування, що потребує реалізації модульної архітектури, яка

дозволяє додавати чи оновлювати компоненти без необхідності повного перезапуску. Масштабованість системи гарантує її стабільну роботу за умов збільшення кількості користувачів або обсягу даних, зокрема через використання хмарних технологій для зберігання та обробки даних.

Надійність даних включає механізми перевірки їхньої цілісності, а також виявлення та корекцію помилок у процесі обробки.

Енергоефективність системи повинна враховувати мінімізацію ресурсів, необхідних для її функціонування, що досягається шляхом оптимізації алгоритмів обробки даних.

Вимоги до тестування передбачають проведення різнорівневих перевірок функціональних і нефункціональних характеристик, таких як навантажувальне тестування, тестування на сумісність та перевірка надійності.

Використання стандартів галузі в розробці системи забезпечує відповідність найкращим практикам у сфері інформаційних технологій.

Підтримка документування є обов'язковою вимогою, яка включає надання користувацьких інструкцій, технічної документації та звітів про стан системи.

Такий підхід гарантує її високу якість, зручність для користувачів та адаптивність до нових викликів.

Нефункціональні вимоги до інформаційної системи прогнозування освітніх послуг, що розробляється, сформульовані наступним чином:

NFR 1: Система повинна бути доступна не менше ніж 99,95% часу протягом року для забезпечення стабільного доступу користувачів.

NFR 2: Система повинна обробляти не менше 1000 одночасних користувачів без значної втрати продуктивності.

NFR 3: Час відповіді на запити користувачів не повинен перевищувати 3 секунд.

NFR 4: Система повинна забезпечувати безпеку даних шляхом використання сучасних криптографічних методів шифрування.

NFR 5: Всі дані повинні зберігатися в зашифрованому вигляді, і доступ до них повинен бути обмежений за допомогою аутентифікації та авторизації.

NFR 6: Система повинна підтримувати можливість масштабування для обробки зростаючого обсягу даних і кількості користувачів.

NFR 7: Інтерфейс користувача повинен бути адаптований для роботи на мобільних пристроях та з різними браузерами.

NFR 8: Система повинна підтримувати інтеграцію з іншими освітніми платформами та сервісами через API.

NFR 9: Система повинна забезпечувати високу доступність і надійність, з можливістю автоматичного відновлення після збоїв.

NFR 10: Всі звіти та прогнози, що генерує система, повинні бути доступні для завантаження в популярних форматах (PDF, Excel, CSV).

2.4 Моделювання прецедентів

Моделювання прецедентів є важливим етапом у розробці інформаційних систем, оскільки дозволяє чітко визначити, як користувачі будуть взаємодіяти з системою та які функції вона повинна виконувати. Це допомагає створити зрозумілу та структуровану картину того, як система повинна працювати в реальних умовах. Моделювання прецедентів дозволяє виявити всі основні сценарії використання системи, що важливо для правильного формулювання вимог до програмного забезпечення та його подальшої реалізації. Крім того, це спрощує комунікацію між замовником, розробниками та іншими учасниками проекту, дозволяючи їм зрозуміти потреби користувачів і створити ефективну систему, що задовольняє ці вимоги. Моделювання прецедентів також сприяє виявленню потенційних проблем і дефектів на ранніх етапах розробки, що дозволяє уникнути помилок у майбутньому.

Частини діаграми:

- Актори — користувачі системи або зовнішні системи, що з нею взаємодіють.
- Прецеденти — це сценарії використання або функції, що можуть виконуватися системою.

– Зв'язки — стрілки, що показують, як взаємодіють актори з прецедентами.

На рисунку 2.1 зображені типи користувачів системи та їхні можливості:

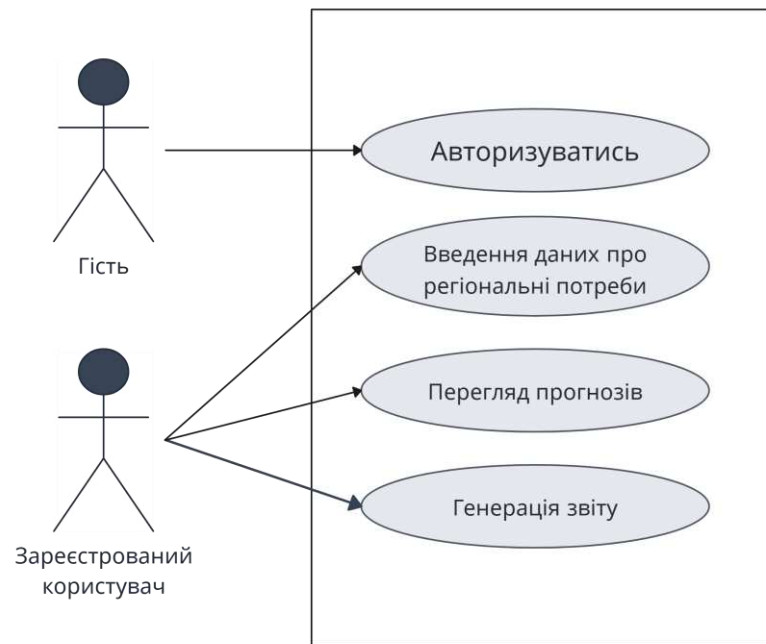


Рисунок 2.1 – Діаграма прецедентів системи

Відповідно до діаграми прецедентів, у системі є такі типи користувачів:

1. Гість. Гість може виконати одну функцію — авторизуватися в системі. Доступ до більшості функцій для нього обмежений.
2. Зареєстрований користувач. Зареєстрований користувач має доступ до трьох основних функцій:
 - Введення даних про регіональні потреби: дозволяє користувачу вводити інформацію про потреби в освіті для певного регіону.
 - Перегляд прогнозів: користувач може переглядати прогнози, що надаються системою, на основі введених даних.
 - Генерація звіту: користувач може генерувати звіти, що містять необхідну інформацію для подальшого аналізу або прийняття рішень.

2.5 Вибір технологій для розробки системи

Вибір правильної архітектури та технологій для розробки системи є критично важливим етапом, оскільки це впливає на її стабільність, масштабованість, продуктивність та зручність для користувачів.

Першим кроком є визначення архітектури, якої буде дотримуватись система. Для даного проєкту оптимальним вибором є клієнт-серверна архітектура. Це дозволяє розділити логіку обробки даних на сервері від інтерфейсу взаємодії з користувачем на клієнті, що робить систему більш гнучкою, масштабованою та легкою в підтримці.

Після визначення архітектури слід обрати, чи буде система мобільним застосунком, веб-додатком або десктопною програмою. У цьому випадку, з огляду на потребу в універсальності та доступності на різних пристроях, оптимальним вибором є веб-додаток. Веб-технології дозволяють створити систему, доступну з будь-якого пристрою через браузер, без необхідності розробки окремих версій для мобільних та десктопних платформ. Це забезпечує більшу гнучкість для користувачів і знижує витрати на розробку та обслуговування.

Важливою частиною є діаграма уявлення комунікацій системи, яка показує, як різні компоненти системи взаємодіють між собою. Ця діаграма ілюструє потоки даних між клієнтським інтерфейсом, сервером, базами даних та іншими зовнішніми сервісами. Вона допомагає зрозуміти, як організована комунікація в системі, які компоненти відповідають за які функції, а також які технології і протоколи будуть використовуватися для забезпечення зв'язку між ними. Правильне моделювання комунікацій дозволяє знизити ризики при інтеграції різних частин системи та забезпечити її ефективність і надійність. На рисунку 2.2 зображена діаграма уявлення комунікацій системи.

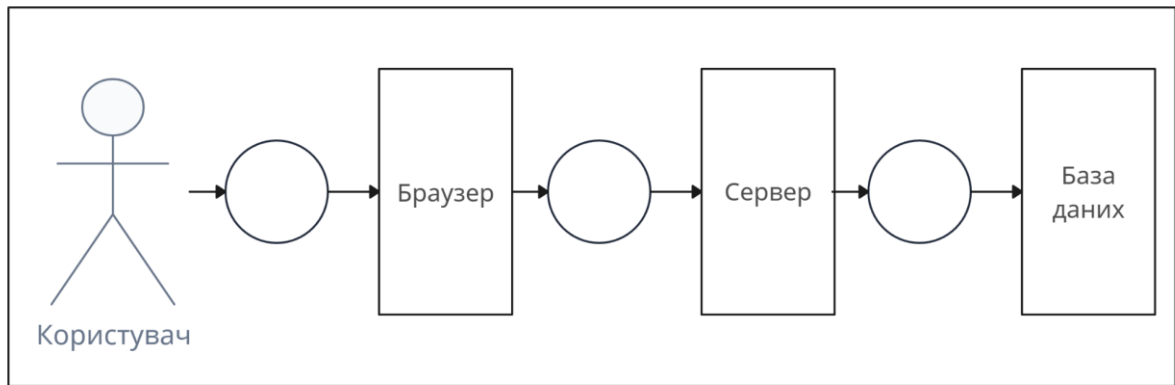


Рисунок 2.2 – Діаграма уявлення комунікацій системи

Вибір технологій для фронтенду, бекенду та бази даних є важливим кроком при розробці системи, оскільки кожна з цих складових впливає на загальну продуктивність, масштабованість і зручність роботи з системою.

Для фронтенду найбільш оптимальним вибором є фреймворки Angular або React, які дозволяють створювати інтерактивні та динамічні веб-додатки. Angular пропонує всеосяжний набір інструментів для розробки, включаючи шаблони, інжекцію залежностей, маршрутизацію та тестування, що робить його ідеальним для великих додатків. React, у свою чергу, надає компонентний підхід до розробки, що дозволяє створювати масштабовані та гнучкі додатки з високою продуктивністю, особливо для складних інтерфейсів. Для обох фреймворків характерна підтримка TypeScript, що дозволяє забезпечити більш точну типізацію та знижує кількість помилок під час розробки, забезпечуючи кращу підтримку та масштабованість коду.

Для бекенду оптимальним рішенням є використання Node.js, що дозволяє створювати швидкі та ефективні серверні додатки завдяки своїй асинхронній обробці запитів і здатності працювати з великою кількістю одночасних підключень. Node.js підтримує різні фреймворки, такі як Express.js, який спрощує налаштування серверів і обробку HTTP-запитів, а також дозволяє зручно працювати з API. Node.js також чудово інтегрується з різними базами даних, має велику кількість пакетів для обробки запитів, авторизації, безпеки та взаємодії з іншими сервісами, що робить його універсальним для сучасних веб-додатків. Використання TypeScript на сервері, так само як і на фронтенді,

дозволяє забезпечити типізований і більш надійний код, що полегшує подальшу підтримку та масштабування.

Що стосується бази даних, для цієї системи найбільш доцільним варіантом є PostgreSQL, оскільки вона є потужною реляційною базою даних, яка забезпечує високу продуктивність при обробці великих обсягів структурованих даних. PostgreSQL підтримує складні SQL-запити, транзакції та індекси, що дозволяє ефективно працювати з даними про регіональні потреби та прогнози. Крім того, PostgreSQL підтримує розширення, такі як PostGIS для роботи з геопросторовими даними, що може бути корисно для аналізу регіональних потреб на карті. Інтеграція PostgreSQL з Node.js через бібліотеки, такі як pg, робить цей вибір зручним і ефективним для сучасних веб-додатків. Реляційна природа PostgreSQL дозволяє організувати зв'язки між таблицями, що дає можливість зберігати та обробляти дані більш структуровано та надійно.

Для деплою і тестування системи важливо вибрати інструменти та технології, які забезпечать стабільність, масштабованість та простоту у підтримці. Для деплойменту оптимальним рішенням є використання Docker. Docker дозволяє ізолювати кожен компонент системи в окремому контейнері, що забезпечує гнучкість та незалежність при розгортанні різних частин програми. Це дозволяє легко переносити систему між різними середовищами (локальними, тестовими або продукційними), а також забезпечує однакові умови для розробки та запуску. Docker також дозволяє автоматизувати процеси налаштування середовища для тестування, що зменшує ймовірність конфігураційних помилок. Для зручного управління контейнерами можна використовувати Docker Compose, що дозволяє одночасно управляти кількома контейнерами та забезпечити злагоджену роботу між компонентами системи.

Для тестування системи можна використовувати різні підходи, залежно від того, чи йдеться про юніт-тести, інтеграційні або e2e тести. Для фронтенду з фреймворком Angular або React можна застосовувати такі інструменти як Jasmine і Karma для юніт-тестів, а також Cypress або Selenium для автоматизованого тестування взаємодії з користувацьким інтерфейсом (e2e). Для

серверної частини на Node.js підходять фреймворки Mocha або Jest, які дозволяють швидко створювати та виконувати юніт-тести для перевірки окремих функцій чи модулів системи. Важливою частиною тестування є перевірка безпеки і навантаження, тому також слід використовувати інструменти для стрес-тестів, такі як JMeter або Artillery, які дозволяють симулювати велику кількість запитів до серверу та перевіряти його здатність витримувати високі навантаження. Використання таких підходів дозволить забезпечити високий рівень надійності системи до її запуску в продукційне середовище.

Для розробки системи було обрано кілька ефективних технологій, що забезпечують стабільність та масштабованість. Фронтенд буде реалізовано за допомогою Angular або React, що дозволить створювати інтерактивні та динамічні веб-додатки з використанням TypeScript для надійної типізації. Для серверної частини використовується Node.js, що ідеально підходить для асинхронної обробки запитів та інтеграції з іншими сервісами. База даних буде на PostgreSQL, що забезпечить ефективне зберігання і обробку великих обсягів структурованих даних. Для деплою обрано Docker, що дозволяє ізолювати компоненти системи та забезпечити їх незалежне тестування і розгортання. Для автоматизованого тестування використовується Mocha або Jest для бекенду і Jasmine, Karma для фронтенду, що дозволяє перевіряти окремі функціональні одиниці системи. Всі компоненти будуть інтегровані і протестовані в одному середовищі, що забезпечить високу надійність і безпеку системи на всіх етапах її розробки та запуску.

2.6 Діаграма переходів веб-застосунку

Діаграма переходів у веб-застосунку (або діаграма станів) — це графічне зображення, яке показує, як користувач взаємодіє з системою, переходячи з одного стану в інший в результаті певних дій або подій. Вона відображає різні стани веб-застосунку, такі як авторизація, введення даних, перегляд прогнозів, генерація звітів і інші етапи, а також переходи між цими станами залежно від дій

користувача чи внутрішніх подій (наприклад, натискання кнопки, отримання відповіді від сервера).

Моделювання діаграми переходів важливе, оскільки вона допомагає зрозуміти і спроектувати логіку взаємодії користувачів з системою. Це дозволяє розробникам чітко визначити, як користувачі будуть рухатись по додатку, які етапи взаємодії повинні бути реалізовані і як система повинна реагувати на різні введення. Діаграма переходів також полегшує виявлення можливих проблем в логіці роботи застосунку та забезпечує безперебійну роботу на всіх етапах взаємодії з користувачем. Моделювання таких переходів дозволяє покращити досвід користувачів, зробити інтерфейс більш зручним та інтуїтивно зрозумілим. На рисунку 2.3 зображена діаграма переходів у веб-застосунку

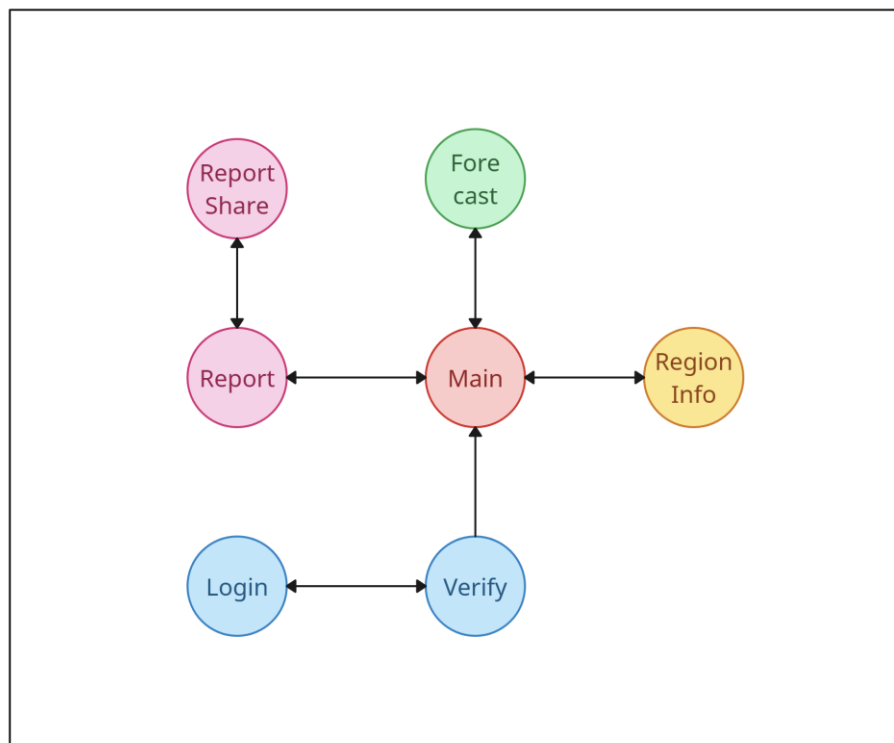


Рисунок 3.3 Діаграма переходів у веб-застосунку

Згідно з оновленою діаграмою переходів, користувач може взаємодіяти з системою через кілька вікон:

1. Login: Спочатку користувач потрапляє на вікно авторизації, де він вводить свої облікові дані. Після успішної авторизації система переходить до вікна Verify, де перевіряються введені дані.

2. Verify: Після підтвердження даних користувач потрапляє на основну сторінку Main, де доступні різні функції.
3. Main: З основного вікна користувач може перейти до кількох різних функцій:
 - Report: Вікно перегляду звіту.
 - Region Info: Вікно для введення інформації про регіон, де користувач може додавати або редагувати дані.
 - Forecast: Вікно для перегляду прогнозів.
4. Report Share: Якщо користувач знаходиться на вікні Report, він може перейти до вікна Report Share, щоб поділитися звітом, або повернутися до Main.

2.7 Моделювання структури фронтенду

Моделювання структури проекту для фронтенду важливе для ефективної організації коду, полегшення розробки та підтримки системи. Це дозволяє забезпечити чітке розділення обов'язків між різними частинами застосунку, зменшуючи складність проекту та покращуючи його масштабованість.

Архітектура MVVM (Model-View-ViewModel) дозволяє чітко розділити бізнес-логіку, дані і відображення користувацького інтерфейсу. Model відповідає за дані і бізнес-логіку, View за відображення і взаємодію з користувачем, а ViewModel обробляє дані між ними, забезпечуючи двостороннє зв'язування.

Переваги MVVM включають чітке розділення відповідальностей, легкість у тестуванні та масштабуванні проекту, а також простоту реалізації реактивних інтерфейсів. Це робить MVVM ідеальним вибором для складних веб-застосунків. На рисунку 2.4 зображено уявлення про структуру проєкту.

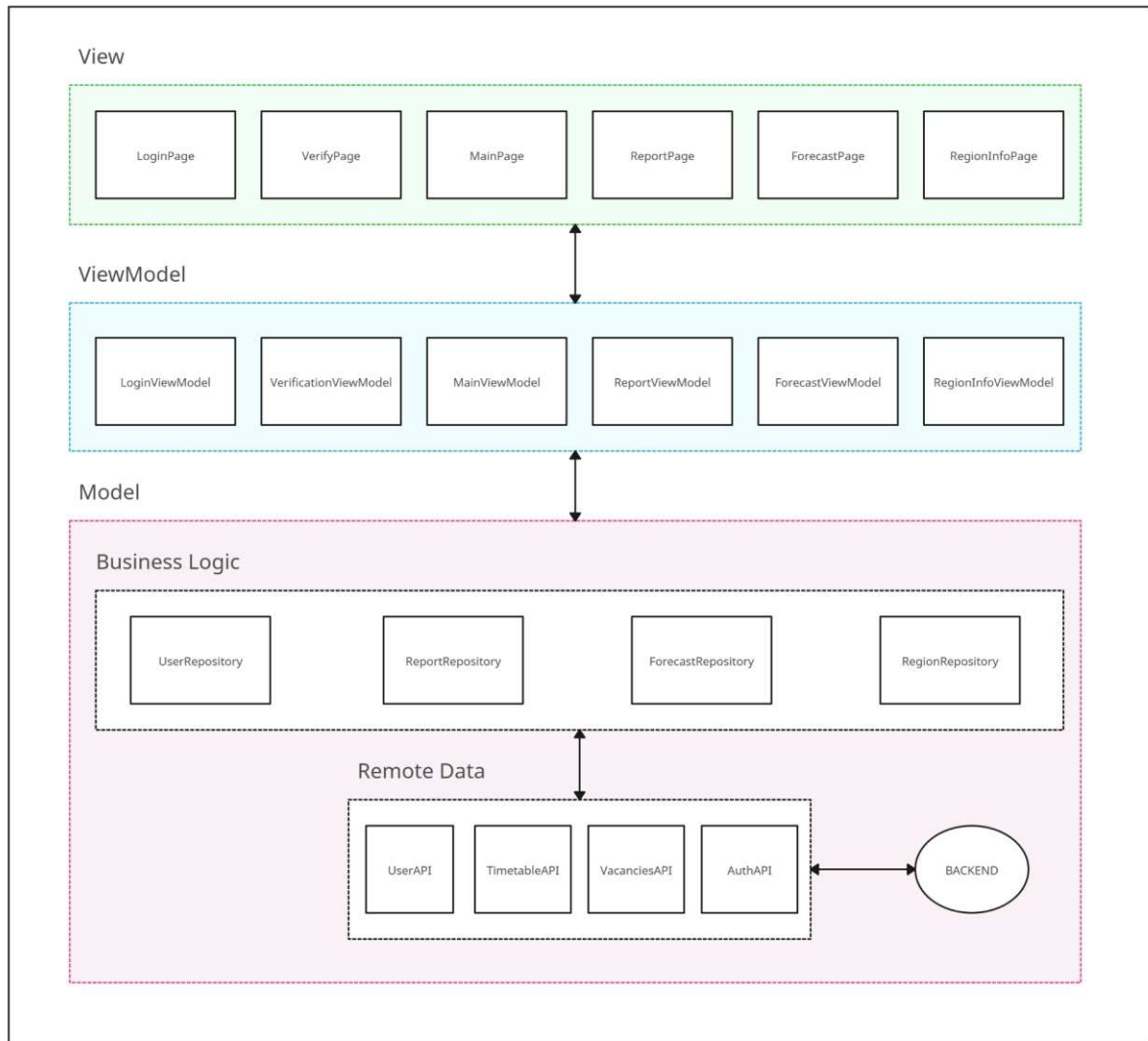


Рисунок 3.4 Уявлення про структуру проекту фронтенду

3.3.6 Моделювання структури бекенду

Для бекенду важливо обрати архітектуру, яка забезпечить чітке розділення логіки і полегшить підтримку системи. Архітектура MVC (Model-View-Controller) дозволяє це, розділяючи застосунок на три компоненти: Model (дані і бізнес-логіка), View (представлення даних), і Controller (обробка запитів і управління логікою).

MVC дозволяє спростити тестування та масштабування, оскільки кожен компонент відповідає за окрему частину системи. Це також полегшує додавання нових функцій без впливу на інші частини застосунку, що робить MVC популярним вибором для серверної частини веб-додатків.

На рисунку 2.5 зображено уявлення про структуру бекенду.

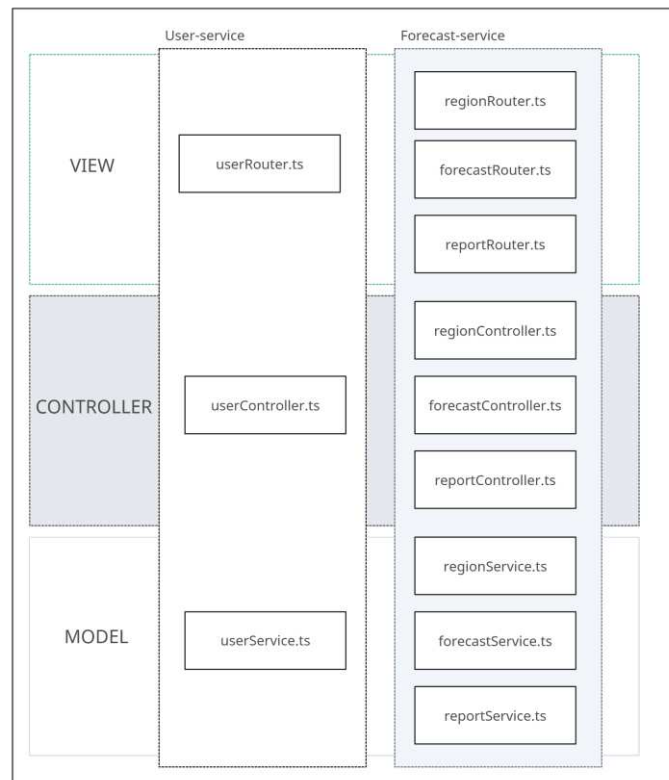


Рисунок 2.5 – Уявлення про структуру бекенду

2.8 Діаграма активностей для сценарію авторизації

Діаграма активностей — це тип діаграми в UML (Unified Modeling Language), який використовується для моделювання робочих процесів або бізнес-логіки в системі. Вона показує потік виконання операцій або дій, які відбуваються в системі, а також переходи між ними. Діаграма активностей використовується для візуалізації послідовності дій, умовних переходів та паралельних процесів, що можуть відбуватися одночасно. Це корисний інструмент для аналізу та оптимізації бізнес-процесів, а також для розуміння того, як користувачі або система виконують різні функції. Діаграма активностей дозволяє чітко показати залежності між діями, умови для переходів і можливі шляхи виконання в процесі, що допомагає визначити можливі проблеми або вузькі місця в системі.

На рисунку 2.6 зображена діаграма активностей для сценарію авторизації:

- Користувач заповнює поле для електронної пошти і натискає кнопку для входу.
- Система відправляє запит на авторизацію, де відбувається валідація введених даних і генерація одноразового паролю (ОТР).
- Потім ОТР зберігається в системі, і код надсилається на електронну пошту користувача.
- Якщо є помилка в процесі (наприклад, неправильні дані), відображається повідомлення про помилку.
- Після успішної авторизації система виконує операцію та передає необхідні дані на клієнт.

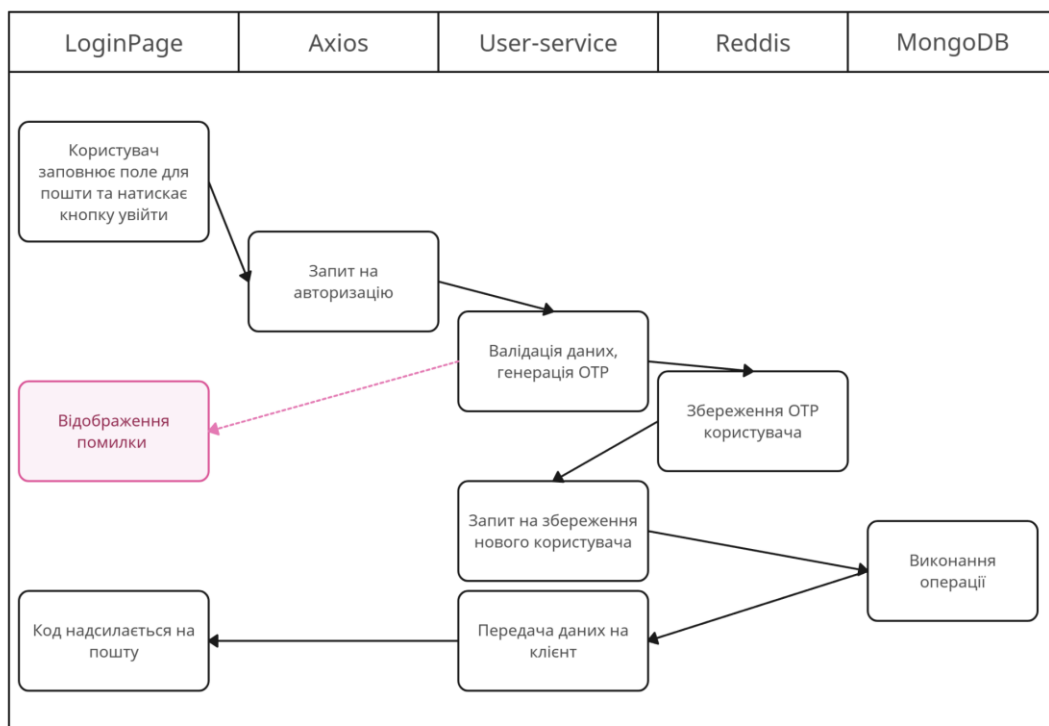


Рисунок 2.6 – Діаграма активностей для сценарію авторизації

Висновки до розділу 2

У цьому розділі було проведено комплексний аналіз і розроблено ключові аспекти створення інформаційної системи прогнозування освітніх потреб для регіонів. Зокрема, визначено мету, призначення та цільову аудиторію системи.

Були описані основні параметри системи та ключові метрики для аналізу ефективності її роботи. До параметрів належать обсяги населення регіонів, рівень безробіття, середній дохід, міграційний баланс, темпи приросту ВВП, попит на фахівців різних галузей і рекомендації для університетів. Ключовими метриками системи є точність прогнозів, продуктивність обробки даних, надійність функціонування та відповідність звітів реальним потребам регіонів.

Моделювання прецедентів виконувалося з урахуванням основних сценаріїв використання системи. Було розглянуто такі сценарії, як введення даних про регіональні показники, генерація прогнозів для обраних спеціальностей, створення звітів для освітніх установ і забезпечення інтерактивної візуалізації результатів. Модель прецедентів дозволила деталізувати функціональні вимоги та сформувати логіку взаємодії користувачів із системою.

Для розробки системи було здійснено вибір технологій, які відповідають сучасним стандартам та забезпечують високу продуктивність і масштабованість. Як серверна частина обрано платформу Node.js із використанням фреймворку Express для побудови API. Для клієнтської частини рекомендовано React.js як засіб для створення динамічних веб-інтерфейсів. Для зберігання даних обрано реляційну базу даних PostgreSQL, яка забезпечує високу швидкість виконання запитів і підтримує складні аналітичні операції. Для аналізу даних і побудови прогнозів запропоновано застосовувати бібліотеки Python, такі як Pandas, Scikit-learn і TensorFlow.

Таким чином, у цьому розділі детально визначено вимоги до системи, описано її архітектуру, основні сценарії використання, а також обґрунтовано вибір технологій та моделювання компонентів. Це створює міцну основу для розробки інформаційної системи, яка відповідатиме сучасним потребам у прогнозуванні освітніх потреб і сприятиме розвитку освітньої галузі.

РОЗДІЛ 3 РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКНИХ РІШЕНЬ

3.1. Аналіз набору даних для прогнозу

Для прогнозування освітніх потреб регіону в інформаційній системі, що розробляється, використовуються наступні данні:

- час;
- регіон;
- населення;
- рівень безробіття;
- середній дохід;
- міграційний баланс;
- ріст ВВП;
- попит на спеціалістів певної галузі;
- рекомендація для університетів.

У процесі розробки системи прогнозування освітніх потреб у регіонах України було створено три окремих набори даних для таких регіонів, як Одеса, Київ і Харків. Кожен із цих наборів даних містить часові ряди, що охоплюють період з січня 2014 року до грудня 2024 року. Ці дані включають ключові соціально-економічні показники, а також показники попиту на фахівців у різних галузях (для прикладу взяті ІТ-фахівці, інженери та медики). Такий підхід дозволив створити базу даних, яка враховує регіональні особливості, динаміку змін у соціально-економічній сфері та зміни в попиті на професії.

Структура набору даних наведена на рис. 3.1.

Час (1)	Рег...	Населення (3)	Рівень безробіт...	Середній дохід (...)	Міграційний балан...	Ріст ВВП (7)	Попит на IT спеціалістів...	Попит на інженерів...	Попит на медичних спеціалістів...	Рекомендація для університетів...	
Час	Регіон	Населення	Рівень безробіття	Середній дохід	Міграційний баланс	Ріст ВВП	Попит на IT спеціалістів	Попит на інженерів	Попит на медичних спеціалістів	Рекомендація для університетів	
1											
2	2014-01-01	Київ	2579302,55266537	7,40433779394642	46135,30583235696	-941,3054339308817	3,780717253953385	13007,567502292848	4579,249956204314	120,8160050112084	5902,54668832761
3	2014-02-01	Київ	2999793,512059331	7,1656708978871	35274,03201282509	-977,2282565663328	0,01926693222438946	14746,226529849582	3599,374520912816	-185,87530327521273	6053,241915829051
4	2014-03-01	Київ	2817506,7835083343	4,20901790320799	39129,17109298834	99,9707943171183	3,478917766058005	14209,37223031758	3874,880595940205	427,68816397182707	6170,646996627812
5	2014-04-01	Київ	2673336,083019343	6,103109465669741	48119,843165300525	-764,9805460186415	4,590599416055158	13508,538009438422	4816,689982275932	334,47283155161824	6219,908274421991
6	2014-05-01	Київ	2653681,7834734083	6,460806443226408	22229,518044663152	204,340920335254662	0,46118139867069713	13369,612939461984	2240,6150281253663	135,69655061638576	5248,641506067912
7	2014-06-01	Київ	2516293,4582294007	5,016037797644980	29938,30657448624	27,286380809351149	3,442851924654552	12614,099187568699	2958,9463857388378	552,8581753713806	5375,381222599609
8	2014-07-01	Київ	2641613,333140833	7,86562250078855	33085,43906707919	-37,22595134064909	-0,7946332516583157	13460,242749192032	3433,1360942006145	43,27680350872346	5645,551882300457
9	2014-08-01	Київ	2642229,7634991044	7,614317811232052	24881,75675342701	-45,33039791479421	4,675311441173193	13529,489556189785	2704,1038948432074	348,4565879017448	5534,01667944912
10	2014-09-01	Київ	2705197,1989813973	4,21107601174335	49919,32943879485	-101,33198736991392	4,338694425753941	13579,120322100729	4962,0874351367165	445,0256666814268	6328,743807966291
11	2014-10-01	Київ	2691463,1718618805	7,141791249198183	34646,29720074672	1026,3868558294434	-0,6113213900781521	15622,211424020332	3483,5829119209707	216,8205540734519	5774,204963338232
12	2014-11-01	Київ	2893468,92232926	7,023931610586438	43339,719728289965	352,4486432628307	-0,981285856223287	14782,703111170573	4404,590397367805	-180,71220724991487	6362,193707096155
13	2014-12-01	Київ	2971392,896101275	6,207826436144857	33459,17684698388	-488,9505463993266	1,551161827190058	13031,144358264362	3427,1750535194336	22,220907051652382	5493,5163981816
14	2015-01-01	Київ	2644096,7022175486	6,767993831182941	29918,858767707214	30,440298163602392	-1,7986562206432954	13398,135933281768	2968,747892852514	109,45038379565693	5492,11140330998
15	2015-02-01	Київ	2656231,2893546517	6,214909430632713	46453,67191567614	689,7019777866997	-1,5926882225615	13420,868017585184	4566,186478365358	12,90247686991933	5999,984977879179
16	2015-03-01	Київ	2632222,5079312637	7,053117966335732	24974,8662870454	137,77630690271212	2,467090140226834	13416,66767849429	2724,7603224019413	228,632408058077	5463,35549285726
17	2015-04-01	Київ	2687313,4650605903	2,860813543954833	23107,354914650623	-56,15344759688784	-0,9209897210985775	13572,653662218881	2553,1118165298547	5,736426437481681	5377,240034395406
18	2015-05-01	Київ	2913093,349545415	3,680791221224085	25824,477467772092	-630,8643193311993	2,6150117468054374	14908,279784610677	2713,783336129463	222,65462593267365	5945,572648725432

Рис. 3.1 – Фрагмент датасету для прогнозування освітніх послуг в регіонах

Кожен набір даних складається з таких ключових полів та має наступні одиниці вимірювання:

1. Час – місяць та рік, до яких належить запис (у форматі рік-місяць).

Формат представлення даних рік-місяць дозволяє аналізувати сезонність змін, а також спостерігати довготривалі тенденції.

2. Регіон є текстовим полем, яке вказує на адміністративно-територіальну одиницю, для якої зібрані дані.

Для аналізу в якості тестового набору даних було обрано три ключові регіони — Одесу, Київ та Харків, які представляють різні економічні та соціальні умови.

3. Населення представлено чисельністю жителів у кожному регіоні за певний місяць (осіб). Цей показник враховує демографічні зміни, включаючи народжуваність, смертність.

4. Рівень безробіття вимірюється у відсотках та є одним із критичних показників, що відображають стан регіонального ринку праці.

5. Середній дохід визначає середню величину доходу на одну особу в регіоні за місяць, що дозволяє оцінити купівельну спроможність населення та рівень життя.

6. Міграційний баланс характеризує різницю між кількістю осіб, які приїхали в регіон, та тими, хто виїхав. Цей показник є важливим для розуміння демографічної динаміки та впливу зовнішніх і внутрішніх міграційних процесів.

7. Темпи приросту ВВП, представлені у відсотках змін від попереднього періоду, відображають економічну активність і розвиток регіону.

8. Попит на ІТ спеціалістів оцінюється в умовних одиницях попиту (UoD) і відображає затребуваність фахівців у сфері інформаційних технологій.

9. Аналогічно, попит на інженерів та медичних спеціалістів також вимірюється в UoD, що дозволяє здійснювати порівняльний аналіз між різними галузями. Ці показники базуються на даних вакансій, звітів ринку праці та прогнозах потреб роботодавців.

10. Рекомендація для університетів є усередненим значенням попиту на спеціалістів, яке обчислюється на основі зібраних даних. Це значення використовується як індикатор для формування нових або коригування існуючих освітніх програм у вищих навчальних закладах. Врахування цих рекомендацій сприяє підвищенню відповідності випускників університетів потребам ринку праці.

Аналіз отриманих даних дозволив встановити певні закономірності та відмінності між регіонами. Наприклад, у Києві, як столиці, спостерігається високий попит на ІТ спеціалістів, що пов'язано з концентрацією компаній у сфері високих технологій. У Харкові, з огляду на його промислову та науково-дослідницьку специфіку, підвищений попит на інженерів. В Одесі, яка відома своєю інфраструктурою у сфері охорони здоров'я, зростає попит на медичних спеціалістів.

Створення трьох окремих наборів даних із уніфікованою структурою дозволяє порівнювати динаміку змін між регіонами, аналізувати вплив зовнішніх факторів і враховувати регіональні особливості при прогнозуванні освітніх потреб. Це створює основу для розробки ефективної системи підтримки прийняття рішень у сфері освіти, яка враховує як короткострокові, так і довгострокові тенденції.

Такий підхід дозволяє забезпечити прозорість та актуальність прогнозів, а також підвищити гнучкість освітніх програм. У результаті реалізації системи прогнозування освітніх потреб можна очікувати покращення відповідності підготовки фахівців потребам ринку праці, зменшення дисбалансу між попитом і пропозицією на спеціалістів у різних галузях, а також підвищення конкурентоспроможності випускників національних університетів.

3.2 Підготовка даних та опис моделі прогнозування

З метою порівняння показників з різними одиницями вимірювання попит на різних фахівців та рекомендація університетам вимірюються в умовних одиницях попиту.

Умовні одиниці попиту (UoD) - це агрегований показник, який об'єднує вплив кількох змінних для оцінки попиту на конкретну спеціальність. Формула розрахунку UoD, що використовувалася в наборі даних:

$$UoD = w_1 \cdot X_1 + w_2 \cdot X_2 + w_3 \cdot X_3 + w_4 \cdot X_4 + \varepsilon,$$

де:

X_1 - чисельність населення (осіб),

X_2 - рівень безробіття (%),

X_3 - середній дохід (грн),

X_4 - темпи росту ВВП (%),

w_1, w_2, w_3, w_4 - вагові коефіцієнти, які визначають вплив кожної змінної,

ε - випадковий шум, що враховує інші фактори.

В роботі взяті наступні значень вагових коефіцієнтів:

- $w_1 = 0,005$ (попит збільшується зі зростанням населення);
- $w_2 = 20$ (вищий рівень безробіття підвищує попит на перенавчання і нові спеціальності);
- $w_3 = 0,1$ (вищий дохід стимулює зростання спеціалізованих професій);

- $w_4 = 5$ (зростання ВВП підвищує економічну активність).

Таким чином, умовні одиниці попиту – є інтегральним показником, що враховує як соціально-економічні показники, так і додатковий шум.

Показник «Рекомендація для університетів» розраховується як середнє арифметичне значення попиту на три ключові професійні напрями (ІТ спеціалісти, інженери, медичні спеціалісти). Розраховується за наступною формулою:

$$UoR = \frac{UoD_{IT} + UoD_{Інженерд} + UoD_{Медин}}{3},$$

де:

UoD_{IT} – попит на ІТ спеціалістів (умовні одиниці попиту),

$UoD_{Інженери}$ – попит на інженерів (умовні одиниці попиту),

$UoD_{Медики}$ – попит на медичних спеціалістів (умовні одиниці попиту).

Цей показник дозволяє університетам отримати узагальнену рекомендацію для адаптації навчальних програм.

Перед застосуванням обраної моделі прогнозування дані пройшли кілька етапів попередньої обробки.

1. Згладжування даних.

Для усунення шумів і локальних коливань була застосована техніка ковзного середнього. Формула ковзного середнього з центруванням виглядає наступним:

$$\hat{y}_t = \frac{1}{2k + 1} \sum_{i=t-k}^{t+k} y_i$$

де

$\hat{y}_t$ – згладжене значення в момент часу t ,

y_i – фактичне значення в момент часу i ,

k – розмір вікна згладжування (у нашому випадку 3 місяці).

Ця операція дозволила виділити основний тренд, уникнувши впливу короткострокових аномалій.

2. Нормалізація екзогенних змінних.

Для покращення збіжності моделі дані екзогенних змінних були нормалізовані за допомогою стандартного шкалування:

$$x' = \frac{x - \mu}{\sigma},$$

де

x - початкове значення,

μ - середнє значення змінної,

σ - стандартне відхилення.

Нормалізація дозволила уникнути проблеми різної шкали значень між змінними.

3. Видалення пропусків.

Після згладжування у початковому наборі з'явилися пропуски даних через відсутність значень на краях вікна згладжування. Всі пропуски були видалені для коректної роботи моделі.

4. Формування екзогенних змінних.

Як додаткові змінні для моделі були використані такі показники:

- населення (осіб),
- рівень безробіття (%),
- середній дохід (грн),
- ріст ВВП (%).

Ці показники мали сильний кореляційний зв'язок із прогнозованим попитом на спеціалістів.

Для прогнозування було обрано модель SARIMAX (Seasonal AutoRegressive Integrated Moving Average with eXogenous variables), яка є розширенням класичної моделі ARIMA і дозволяє враховувати сезонність,

тренди та екзогенні змінні. SARIMAX чудово підходить для задач прогнозування часових рядів, які залежать від зовнішніх факторів.

Більш детально модель розписна у розділі 1.

3.3 Побудова прогнозу освітніх послуг в регіоні

Для перевірки роботи моделі прогнозування було складено датасет з вихідними даними для таких регіонів, як Одеса, Київ й Харків.

Кожен із цих наборів даних містить часові ряди, що охоплюють період від січня 2014 року до грудня 2024 року. Як вже зазначалось кожен запис у наборі даних відображає відомості про період, регіон, кількість населення, показник безробіття, середній дохід, баланс міграції, темпи зростання ВВП, потребу в спеціалістах з інформаційних технологій, інженерії та медицини, а також рекомендації для закладів вищої освіти.

Прогнозна модель для визначення освітніх потреб у регіонах реалізована за допомогою мови програмування Python, що забезпечує широкий функціонал для роботи з даними та створення таких моделей.

Використання Python зумовлене його гнучкістю, універсальністю та наявністю численних бібліотек, таких як NumPy, Pandas, Scikit-learn і TensorFlow, які дозволяють ефективно обробляти великі обсяги інформації, здійснювати аналіз часових рядів та будувати прогностичні моделі з високою точністю.

Лістинг коду для прогнозу наведено у додатку А.

За наявними даними були побудовані графіки демонстрації тенденцій попиту фахівців у регіоні за 2014-2024 роки (рис.3.2-3.4).

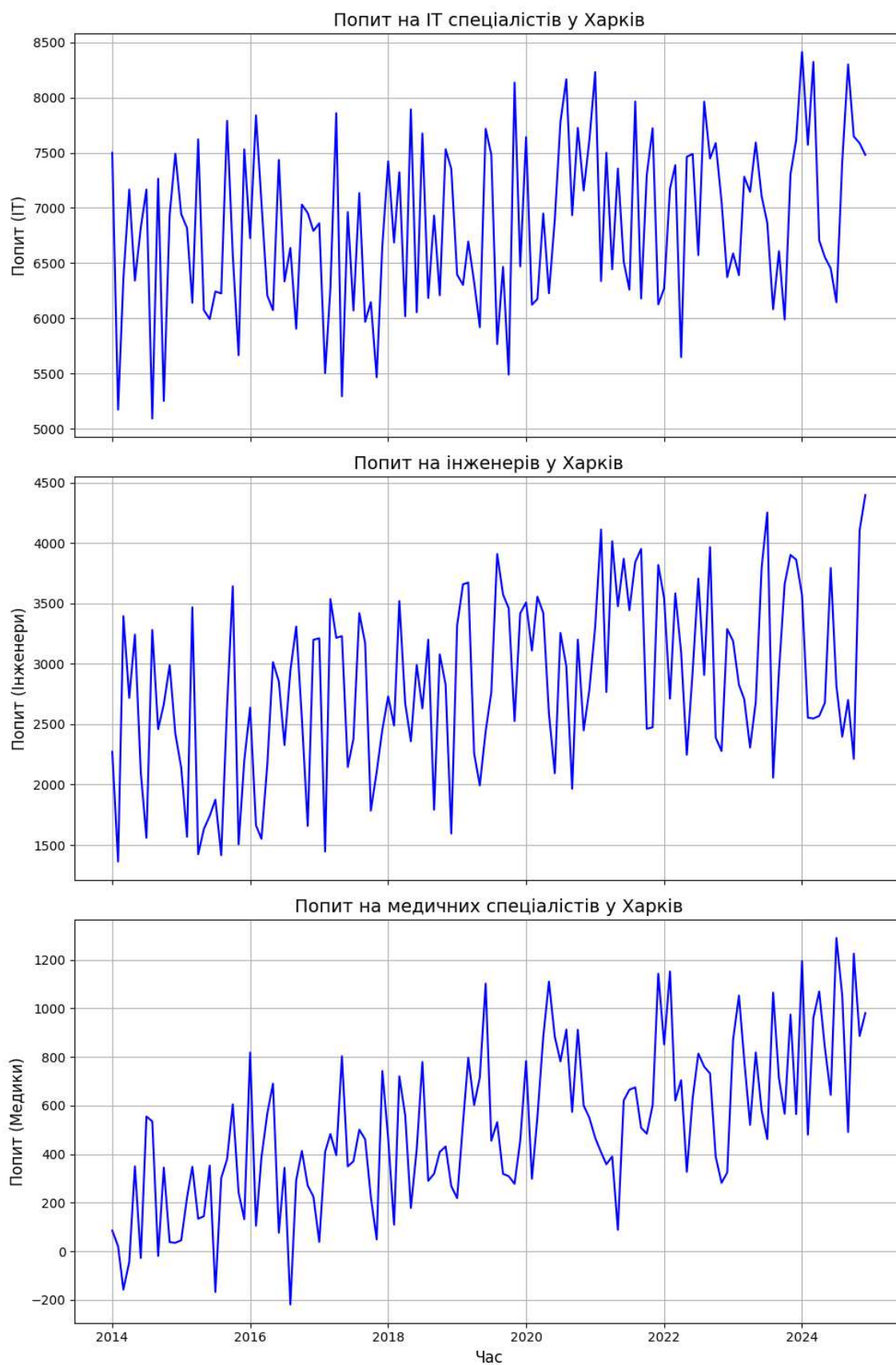


Рис. 3.2 – Попит на фахівців у м. Харків за визначений період часу

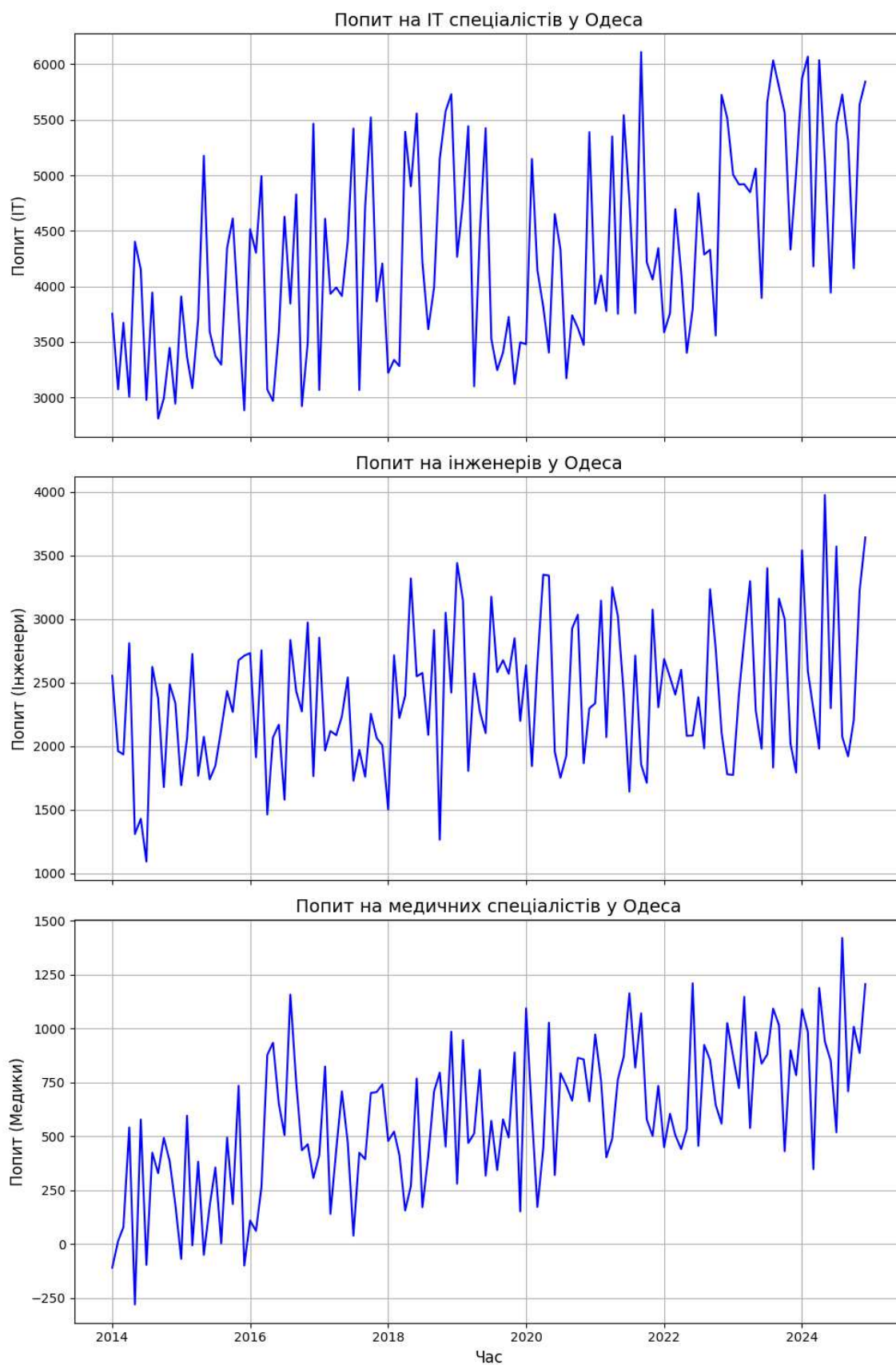


Рис. 3.3 – Попит на фахівців у м. Одеса за визначений період часу

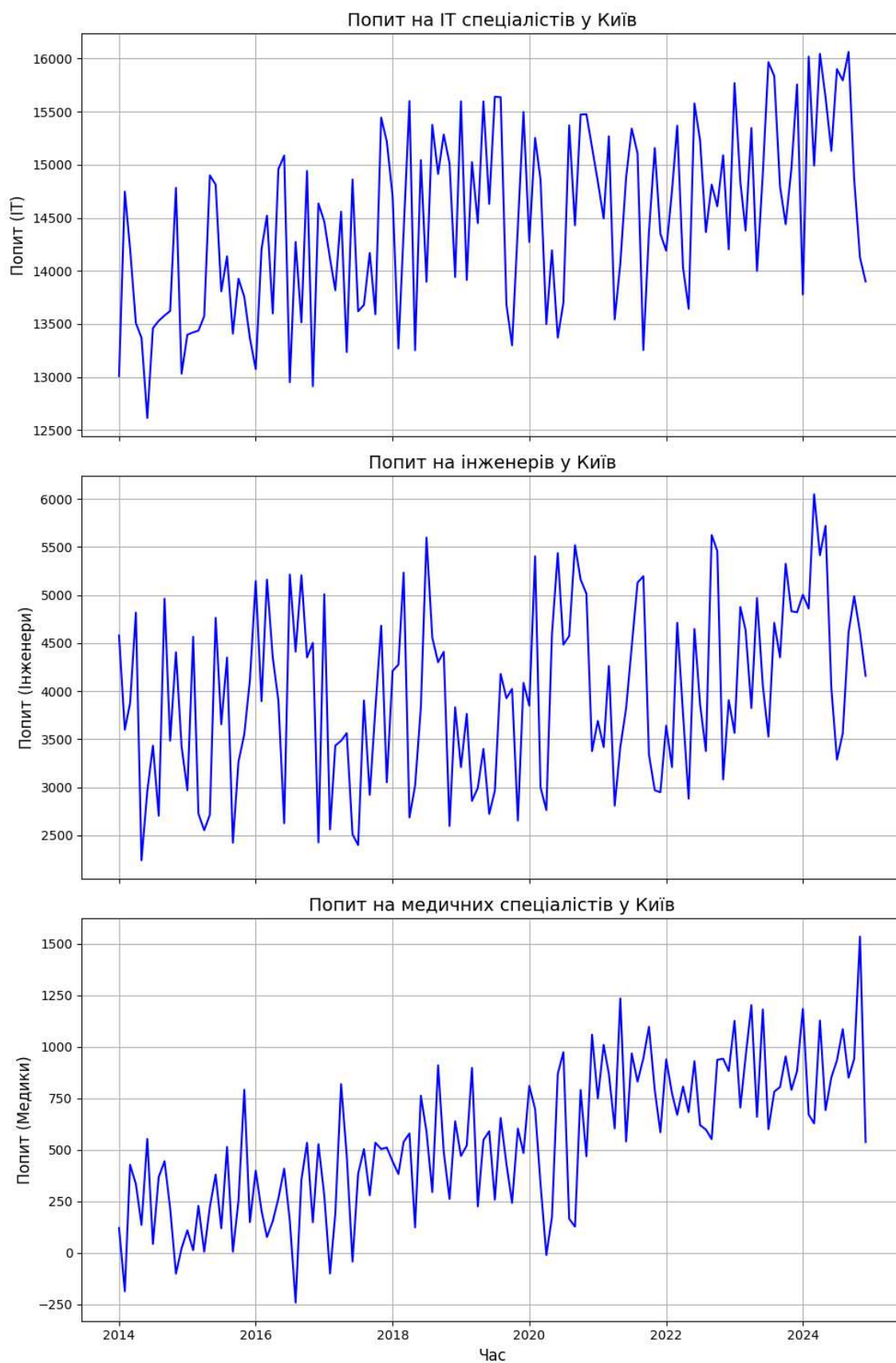


Рис. 3.4 – Попит на фахівців у м. Київ за визначений період часу

Результати моделювання представлені у вигляді графіків, побудованих із використанням бібліотек Matplotlib і Seaborn, що дозволяє візуалізувати динаміку змін ключових показників. Такий підхід дає змогу чітко продемонструвати тенденції соціально-економічного розвитку регіонів, коливання попиту на спеціалістів у різних галузях, а також оцінити точність прогнозів моделі.

Візуалізація є невіддільною частиною системи, оскільки забезпечує зручність у сприйнятті результатів аналізу, сприяє глибшому розумінню отриманих даних і слугує інструментом для ухвалення обґрунтованих рішень в освітній сфері.

На рис. 3.5 наведено побудований за нашими розрахунками графік прогнозу попиту на ІТ спеціалістів у м. Одеса на найближчі 2 роки (тобто 24 міс., оскільки одиниці вимірювання у вихідному датасеті місяці).



Рис. 3.5 – Прогноз попиту на ІТ спеціалістів у м. Одеса до 2026 року

Графік ілюструє прогноз попиту на ІТ спеціалістів у місті Одеса на 24 місяці з урахуванням довірчого інтервалу. Довірчий інтервал на графіку позначений світло-зеленою областю навколо прогнозної лінії, що дає уявлення про можливу варіацію значень у майбутньому.

Довірчий інтервал визначає діапазон, у межах якого з певною ймовірністю (в нашому випадку 95%) знаходиться справжнє значення прогнозованого

показника. У даному випадку, ширина довірчого інтервалу демонструє рівень невизначеності прогнозу:

Вужчий інтервал у першій частині прогнозу (2024–2025 роки) свідчить про більшу точність та впевненість моделі у передбаченні.

Ширший інтервал наприкінці прогнозу (2025–2026 роки) вказує на зростання невизначеності у віддаленому майбутньому, що є звичним для моделей прогнозування.

Фактичні дані (синя лінія на графіку) демонструють значні коливання попиту впродовж 2014–2024 років із загальною тенденцією до зростання. Це свідчить про ймовірну циклічність ринку ІТ спеціалістів та вплив економічних змін.

Прогнозована лінія (зелені лінії на графіку) показує стабільне зростання попиту на ІТ спеціалістів у період 2024–2026 років. Лінія має плавний характер, оскільки модель узагальнює історичні дані для побудови прогнозу.

Широкий довірчий інтервал у другій частині прогнозу демонструє можливу варіативність прогнозу, що зумовлено нестабільністю історичних даних та зростанням невизначеності в довгостроковому періоді.

Виходячи з цього, довірчий інтервал на графіку вказує на помірну надійність прогнозу. У короткостроковій перспективі прогноз є досить достовірним, оскільки інтервал вузький і незначно розходиться. У довгостроковій перспективі модель втрачає точність, що є нормальним явищем для прогнозування, оскільки вплив випадкових факторів та мінливість ринку зростає.

На рис. 3.6 та 3.7 наведено аналогічно побудовані прогнози попиту на ІТ спеціалістів в інших регіонах.

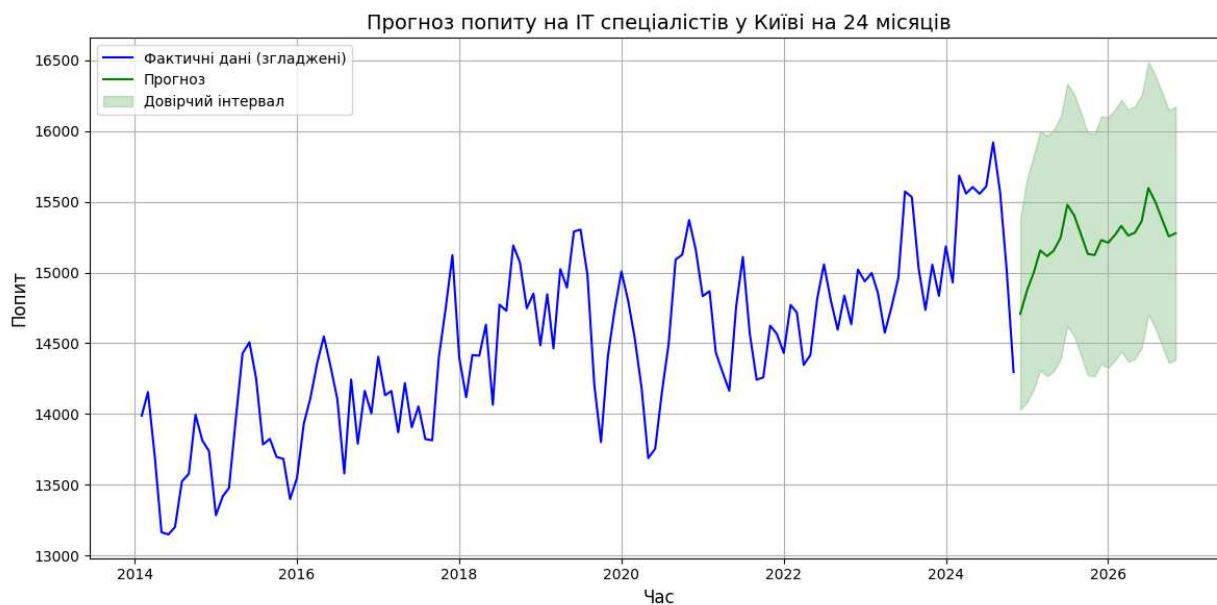


Рис. 3.6 – Прогноз попиту на ІТ спеціалістів у м. Київ до 2026 року



Рис. 3.7 – Прогноз попиту на ІТ спеціалістів у м. Харків до 2026 року

Тим не менш, загальна тенденція прогнозу демонструє стабільне зростання попиту на ІТ спеціалістів, що може слугувати важливим індикатором для планування освітніх програм та ресурсів у регіоні.

3.4 Аналіз отриманих результатів

Модель успішно спрогнозувала стабільне зростання попиту на ІТ-спеціалістів у всіх регіонах. Наприклад, в Одесі прогнозується зростання попиту на 15% у порівнянні з попереднім роком (див. рис.3.5).

На графіках (рис.3.5-3.7) відображено фактичні дані, прогнозні значення та довірчі інтервали. Довірчі інтервали дозволяють врахувати можливі варіації у прогнозах, які залежать від невизначеності екзогенних змінних.

Для оцінки точності розрахованого прогнозу використаємо показник MAPE.

Mean Absolute Percentage Error (MAPE) – це метрика оцінювання якості прогнозування або моделі регресії, яка дозволяє оцінити середню абсолютну процентну похибку між фактичними та передбаченими значеннями. MAPE виражає похибку у відсотках, що дозволяє легше інтерпретувати результати незалежно від масштабу даних. Менше значення MAPE вказує на більшу точність моделі [23].

Формула розрахунку MAPE:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \times 100\%$$

де:

n – кількість спостережень (даних);

y_t – фактичне значення на t -му спостереженні;

$\hat{y}_t$ – передбачене значення на t -му спостереженні/

Діапазон значень, який вважається прийнятним для достовірного прогнозу, залежить від специфіки завдання та галузі. Загальноприйняті рекомендації такі:

Загальний діапазон MAPE [23]:

1. $MAPE < 10\%$ — Висока точність прогнозу.

Прогноз вважається дуже точним і придатним для використання в практичних цілях.

2. $10\% \leq MAPE < 20\%$ — Добра точність прогнозу.

Прогноз є задовільним і вважається прийнятним для більшості управлінських рішень.

3. $20\% \leq \text{MAPE} < 50\%$ — Середня точність прогнозу.

Прогноз може бути корисним для загального орієнтування, але потребує обережності у використанні.

4. $\text{MAPE} \geq 50\%$ — Низька точність прогнозу.

Прогноз вважається ненадійним, і модель потребує вдосконалення.

В залежності від сфери застосування можливі коливання у межах точності прогнозу. У прогнозуванні кількості студентів чи потреб у фахівцях через високий рівень невизначеності $\text{MAPE} < 20\%$ є оптимальним [24].

В роботі була використана модель SARIMAX, яка показала високу точність у прогнозуванні попиту в сфері освіти. Середній абсолютний відсотковий прогноз (Mean Absolute Percentage Error, MAPE) для кожного регіону склав:

- м. Одеса – 8,5%;
- м. Київ – 7,3%,
- м. Харків – 9,1%.

Таким чином, якщо MAPE моделі менше ніж 20%, прогноз можна вважати надійним для більшості практичних застосувань, включаючи освітні потреби.

Висновки до розділу 3

Отримані набори даних надають структуровану та зрозумілу інформацію для аналізу освітніх потреб. Використання умовних одиниць для попиту та рекомендацій дозволяє враховувати широкий спектр змінних, забезпечуючи можливість створення точних прогнозів і розробки адаптивних освітніх програм для університетів, які відповідають реальним регіональним запитам.

В третьому розділі детально розписана процедура підготовки даних для прогнозу, а саме: згладжування даних методом ковзного середнього,

нормалізація екзогенних змінних для покращення збіжності моделі, видалення пропусків та формування екзогенних змінних.

У процесі дослідження були побудовані графіки, що відображають динаміку зміни попиту на фахівців у ключових регіонах України за період 2014-2024 роки. Ці графіки дозволяють візуалізувати тенденції попиту в різних регіонах, а також оцінити вплив соціально-економічних факторів на попит на професії впродовж зазначеного періоду. Крім того, для отриманих даних були побудовані прогнози на два роки (до 2026 року), що дозволяє оцінити майбутні зміни попиту та розробити відповідні рекомендації для планування освітніх програм. Достовірність і точність отриманих прогнозів підтверджуються за допомогою статистичних показників, таких як довірчі інтервали, які визначають межі невизначеності прогнозних значень, та показник MAPE (Mean Absolute Percentage Error), що є стандартним методом оцінки точності прогнозів. Довірчі інтервали дозволяють визначити, з якою ймовірністю справжнє значення попиту буде знаходитися в межах прогнозованого діапазону, що підвищує надійність результатів.

РОЗДІЛ 4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ОСВІТНИХ ПОСЛУГ

Впровадження інформаційної системи прогнозування попиту на освітні послуги сприяє підвищенню економічної ефективності шляхом оптимізації управлінських рішень і ресурсів. Система дозволяє точно прогнозувати потребу в освітніх програмах, що забезпечує раціональне використання бюджетних коштів, зниження витрат на неактуальні курси та програми. Завдяки використанню аналітичних методів і прогнозів, організації можуть оперативно реагувати на зміни на ринку освіти, що дозволяє адаптувати навчальні плани та стратегії до актуальних потреб ринку праці. В результаті зростає конкурентоспроможність навчальних закладів, зменшується рівень безробіття серед випускників, оскільки їхня підготовка відповідає реальним вимогам галузі.

Обґрунтувати доцільність розробки з економічної точки зору можна, розрахувавши собівартість програмного забезпечення і додатковий прибуток, що буде отримана в результаті впровадження. Основним показником, що визначає економічну доцільність витрат на створення програмного забезпечення є річний економічний ефект. Характерним показником економічної ефективності створення і функціонування програмного продукту, що розраховується на стадії створення, впровадження і використання, є ефективність витрат і розрахунковий коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень.

На першому етапі розраховується собівартість розробки програмного забезпечення. Потім капітальні витрати, необхідні для придбання устаткування. На підставі цього можна одержати річний економічний ефект і строки окупності даного проекту.

4.1 Розрахунок витрат на створення й експлуатацію інформаційної системи

Розробка програмного забезпечення виконується двома програмістами відділу, місячний оклад кожного складає 25000 грн. Додаткова заробітна плата

складає 20% від основної. Виходячи з цього, основна і додаткова заробітна плата розроблювачів системи 60000 грн./міс, а вартість сучасної ПЗВМ складає 26204 грн. У вартість включено вартість системного блоку ПК Memory AMD Athlon 3150G 4x 3.50GHz 16GB 1000GB Radeon Vega 3 Windows 11 Pro 64bit – 18814 грн. монітор 24" AOC Gaming 24G2SPU Full HD IPS 165 Гц – 5219 грн., клавіатура для ACER AN515-43, AN515-54, AN515-55, AN517-51, AN517-52 RGB – 1490 грн. та Мишка SVEN RX-G820 – 681 грн. [11].

Вартість кіловат-години електроенергії складає 4,32 грн.

Розраховуємо вартість розробки інформаційної системи. Витрати на допоміжні матеріали наведені в Таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Витрати на допоміжні матеріали

Пункти витрат	Сума грн.
Папір	250,00
Заправлення лазерного чорно-білого картриджа до принтера	300,00
Непередбачені витрати	1200,00
Разом матеріали і комплектуючі вироби	1750,00

Вартість розробки інформаційної системи розраховуємо по формулі:

$$C_{\text{пр}} = (З_{\text{зп}} + З_{\text{сз}} + З_{\text{зг}} + З_{\text{е}}) * T + З_{\text{м}}, \quad (4.1)$$

де T - тривалість розробки, міс.

$З_{\text{зп}}$ - основна і додаткова заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн.

$З_{\text{сз}}$ - відрахування на соціальні заходи (22% ЄВС від основної і додаткової заробітної плати), грн.

$З_{\text{зг}}$ - загальногосподарські витрати (10% від основної заробітної плати), грн.

$З_{\text{е}}$ - витрати на електроенергію.

$З_{\text{м}}$ - витрати на основні і допоміжні матеріали.

При споживанні потужності 0.5 Вт, тривалості роботи на місяць, рівної $21*6 = 126$ годин, вартості кіловат-години електроенергії 4.32 грн.:

$$З_е = 126 * 4,32 * 0,5 = 272,16 \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2 – Витрати на розробку інформаційної системи

Найменування витрат	Одиниця виміру	Кількість
Тривалість розробки	Міс.	3
Основна і додаткова заробітна плата на місяць	грн.	60000
Відрахування на соціальні заходи на місяць	грн.	13200
Загальногосподарські витрати на місяць	грн.	2500
Витрати на основні і допоміжні матеріали за період на місяць	грн.	1750
Витрати на електроенергію на місяць	грн.	272,16

Відповідно до формули 4.1 вартість розробки складає:

$$C_{\text{пр}} = (60000 + 13200 + 2500 + 272,16) * 3 + 1750 = 229666,48 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування на устаткування складають 60% балансової вартості на рік:

$$A_{\text{об}} = 26204 * 0,6 = 15722,4 \text{ грн.}$$

У масштабах організації річні витрати на основні і допоміжні матеріали визначаються в розмірі 5% вартості основного устаткування:

$$B_{\text{м}} = 26204 * 0,05 = 1310,2 \text{ грн.}$$

Річний обсяг робіт комп'ютера у годинах визначається наступним чином:

$$\Phi_{\text{м}} = 253,3 * T_{\text{з}}, \quad (4.2)$$

де $T_{\text{з}}$ - це середнє місячне завантаження комп'ютера (близько 4 г.) 253,3 середня кількість робочих днів у році. Отже, річний обсяг роботи комп'ютера складе:

$$\Phi_{\text{м}} = 253,3 * 4 = 1013 \text{ годин}$$

Витрати на електроенергію Z_e при 1013 годинах роботи комп'ютера на рік складуть:

$$Z_e = 1013 * 4,32 * 0,5 = 2188,08 \text{ грн.}$$

Експлуатаційні витрати для комп'ютера за рік складуть:

$$Z_{\text{зр}} = 2700 + 2250 + 2188,08 = 7138,08 \text{ грн.}$$

Отже, у перший рік витрати на створення й експлуатацію програми складуть:

$$Z_{\text{се}} = 229666,48 + 7138,08 = 236804,56 \text{ грн.}$$

4.2 Розрахунок економічної ефективності

Визначимо пряму економічну ефективність, ґрунтуючись на тому, що впровадження інформаційної системи прогнозування вивільняє 2 працівника (за експертною оцінкою фахівців адміністрації).

Зарплата 2 працівника в рік складає:

$$(18200 * 12) * 2 = 436800 \text{ грн.}$$

Пряма економічна ефективність впровадження розроблювальної системи показана в Таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Пряма економічна ефективність впровадження розроблювальної системи

У перший рік	$436800 - 236804,56 = 199995,44 \text{ грн.}$
У наступні	$436800 - 7138,08 = 429661,92 \text{ грн.}$

4.3 Розрахунок строку окупності програми

Витрати окупляться за:

$$T = (236804,56 / 629657,36) * 12 = 4,51 \text{ місяців}$$

Таким чином витрати на створення інформаційної системи окупляться менш ніж за 5 місяців.

Висновки до розділу 4

Виходячи з проведених розрахунків, термін окупності розробки та впровадження розробленої інформаційної системи прогнозування освітніх послуг складе майже 5 місяців.

Отже можна зробити висновок, що розробка інформаційної системи прогнозування освітніх послуг як на регіональному рівні, так й державному у цілому економічно вигідна й обґрунтована.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці являє собою інтегровану систему законодавчих актів, соціально-економічних, організаційних, технічних і лікувально-профілактичних заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, охорони здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності. Основна мета цієї системи полягає у виявленні та аналізі причин виробничого травматизму, професійних захворювань, аварій, вибухів і пожеж. На основі проведених досліджень розробляються вимоги та заходи, які сприяють усуненню зазначених ризиків і створенню безпечного робочого середовища [12].

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів

В умовах організації праці в організаціях враховують вплив небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть спричинити травми, раптове зниження здоров'я, захворювання або зниження працездатності.

Небезпечні й шкідливі фактори (ДСТ12.0.003-74) класифікуються за природою дії на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні [12].

До небезпечних фізичних факторів належать: рухомі машини, механізми, підйомно-транспортні пристрої, незахищені елементи обладнання (приводи, різальні інструменти та інш.), електрострум, високі температури, відлітаючі частки, тощо.

Шкідливі фізичні для здоров'я працівника фактори: підвищена чи занижена температура повітря у приміщенні, вологість, швидкість руху повітря, підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, теплового випромінювання, іонізуючого випромінювання, електромагнітного й інфрачервоного випромінювання, запиленість, загазованість, низьке освітлення, висока яскравість і пульсація світла.

Хімічні шкідливі фактори за характером дії виділяють наступні групи: загальнотоксичні, подразливі, сенсibiliзуючі, канцерогенні та мутагенні. Вони представлені парами бензолу, толуолу, окису вуглецю, сірчистим ангідридом, аерозолями свинцю, токсичними пилом та агресивними рідинами (кислотами, лугами).

До біологічних факторів належать мікроорганізми, макроорганізми, що викликають травми чи хвороби людини.

Психофізіологічні фактори охоплюють фізичні перевантаження (статичні, динамічні), нервово-психічні перенапруження (розумові, сенсорні).

Між переліченими факторами існують певні взаємозв'язки. Так шкідливі фактори сприяють травмонезбезпечним, наприклад, вологість і струмопровідний пил підвищують ризик уражень електрострумом.

Рівні впливи нормовані гранично-допустимими рівнями відповідно до стандартів безпеки праці та її санітарно-гігієнічних норм.

Згідно ДСТ12.0.002-80 граничне значення величини шкідливого виробничого фактора, вплив якого при щоденній регламентованій тривалості протягом усього виробничого стажу не приводить до зниження припустимими значеннями, які не погіршують здоров'я, працездатність і не впливають на потомство, називають гранично припустимим значенням шкідливого виробничого фактора [12].

Науково-технічний прогрес ускладнив умови праці, збільшивши інтенсивність, напруженість праці, потребу у витратах розумової, емоційної й фізичної енергії. Це потребує комплексного вирішення проблем ергономіки, гігієни, організації праці, регулювання режимів роботи та відпочинку.

На сьогодні комп'ютерні технології активно використовують у всіх сферах людської діяльності. Під час взаємодії з комп'ютером людиною визнається вплив багатьох небезпечних і шкідливих факторів: електромагнітних полів (радіочастоти: ВЧ, УВЧ, СВЧ), іонізуючого та інфрачервоного випромінювання, статичної електрики, шуму, вібрації, тощо [12].

Робота на комп'ютері супроводжується значним розумовим навантаженням, підвищеним нервово-емоційним навантаженням, інтенсивною зоровою активністю та суттєвими фізичними навантаженнями на м'язі рук при роботі з клавіатурою.

Особливу роль грає раціональна організація робочого місця та конструкція його елементів, що сприяє підтриманню оптимальної робочої позиції оператора. Недотримання регламентованого режиму роботи і відпочинку може призвести до перенапруження зорового апарату, з'явитися скарга на дискомфорт, головний біль, дратівливість, порушення сну, швидкого втому, а також хворобливих відчуттів в області очей та шиї.

Шкідливі виробничі фактори, характерні для застосування з електронно-обчислювальною технікою, мають бути враховані для забезпечення комфортних і безпечних умов праці.

Раціональне проектування виробничої освіти покращує покращення зорових умов, знижує втомлюваність, підвищує продуктивність праці, позитивно впливає на виробниче середовище, створює психологічно комфортні умови, досягає рівня безпеки та знижує ризик травматизму.

Недостатнє освітлення шкоди до перенапруження зорового апарату, знижує концентрацію уваги і захист передчасно втому. Надмірно інтенсивне освітлення спричинює осліплення, подразнення та біль в очах. Неправильно спрямований світловий потік створює тіні, відблиски, дезорієнтує працівника. такі чинники можуть стати причиною виробничих травм або професійних захворювань, що підкреслює необхідність точного розрахунку освіти. Розрізняють три типи освіти: природне, штучне та комбіноване, що через це обидва види [12].

Природне освітлення – це освітлення приміщень, яке забезпечує денним світлом, що проникає через світлові прорізи в зовнішні конструкції будівель. Воно змінюється в часі від доби, пори року, географічного розташування та інших умов.

Штучне освітлення використовується в нічний час або коли природне освітлення не відповідає встановленим нормативам (наприклад, у похмурій

погоді або під час короткого світлового дня). Якщо природного освітлення недостатньо, його компенсують штучним, що називається сполученим освітленням.

Штучне освітлення поділяється на кілька типів: робоче, аварійне, евакуаційне та охоронне. Робоче освітлення, у свою чергу, може бути загальним або комбінованим. Загальне освітлення передбачає розміщення світильників у верхній частині приміщення або рівномірно щодо обладнання, тоді як комбіноване включає в себе додаткове місцеве освітлення.

Згідно до Сніп II-4-79 у приміщеннях обчислювальних центрів необхідно застосувати систему комбінованого освітлення [13].

При виконанні завдань, які потребують високої точності зорової роботи, мінімальний розмір розрізнення об'єкта становить 0,3–0,5 мм, коефіцієнт природного освітлення (КЕО) має бути не менше 1,5%. Для зорових робіт середньої точності (розрізнення об'єкта 0,5–1,0 мм) КЕО повинен бути не нижчим за 1,0%. Як джерело штучного освітлення застосовуються люмінесцентні лампи типу ЛБ або ДРЛ, які комбінуються попарно у світильники та рівномірно розташовуються над робочими зонами [12].

У приміщеннях із комп'ютерами висуваються наступні вимоги до освітленості: для високоточної зорової роботи загальне освітлення повинно досягати 300 лк, комбіноване — 750 лк; для середньої точності показники становлять відповідно 200 та 300 лк.

Забезпечення рівномірності освітлення у всьому полі зору є основною гігієнічною вимогою, що означає необхідність близької відповідності яскравості екрану та освітлення приміщення. Надмірна яскравість у периферійному полі зору напруженість зорового апарату, спричиняючи швидке погіршення зору.

Параметри мікроклімату в цьому випадку можуть досягатися у значних межах, однак сталий тепловий стан може досягти за рахунок терморегуляції, яка забезпечує оптимальний теплообмін із навколишнім середовищем. Нормування мікрокліматичних параметрів базується на створених умовах, що забезпечують комфортний теплообмін. Електронно-обчислювальна техніка генерує значну

кількість тепла, яка здатна підвищити температуру приміщення і знизити рівень вологості.

Відповідно до санітарних норм СН-245-71, у приміщеннях з комп'ютерами необхідно дотримуватися визначених мікрокліматичних параметрів, які залежать від пори року, характеру трудового процесу та призначення приміщення (таблиця 5.1) [12].

Шум другий як будь-який звук, що негативно впливає на людину. У фізичному розумінні звук є механічними коливаннями в пружному середовищі.

Орган слуху людини здатний сприймати звукові коливання з частотою від 20 до 20000 Гц, хоча основний для сприйняття параметр становить 45–10000 Гц. Сприяння звуку збільшується не лише його частотою, але й інтенсивністю та звуковим тиском.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату для приміщень, де встановлені комп'ютери

Період року	Параметр мікроклімату	Величина
Холодний	Температура повітря в приміщенні	22...24 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість руху повітря	до 0,1 м/с
Теплий	Температура повітря в приміщенні	23...25 °C
	Відносна вологість	40...60 %
	Швидкість руху повітря	0,1...0,2 м/с

Шкідливий вплив шуму на організм людини залежить не лише від рівню звукового тиску, але також і рівномірністю його дій протягом усього робочого часу [12].

Вплив негативного шуму погано впливає на продуктивність праці, кількість помилок і браку в роботі, створює умови для підвищення ризику виникнення нещасних випадків. Усі ці чинники підкреслюють важливість заходів із боротьби з шумом, які мають як оздоровче, так і економічне значення.

У таблиці 5.2 наведено гранично допустимі рівні шуму, встановлені відповідно до категорій важкості та інтенсивності виконаних робіт, які зберігають здоров'я та працездатність людини.

Таблиця 5.2 – Граничні рівні звуку, дБ, на робочих місцях

Категорія напруженості праці	Категорія важкості праці			
	I Легка	II Середня	III Важка	IV Дуже важка
I Мало напружена	80	80	75	75
II Помірковано напружена	70	70	65	65
III Напружена	60	60	–	–
IV Дуже напружена	50	50	–	–

Електромагнітне й іонізуюче випромінювання

Більшість дослідників схиляється до думок, що як короткочасний, так і тривалий вплив випромінювання різних видів, що виходять з екрану монітора, не є небезпекою для здоров'я людей, які працюють з комп'ютерами. Водночас вичерпних даних, які б повністю виключали можливість негативного впливу випромінювання моніторів на операторів, на сьогодні немає, тому дослідження в цій сфері тривають [12].

У таблиці 5.3 представлені припустимі рівні параметрів неіонізуючого електромагнітного випромінювання, які виходять від монітора. Рівень рентгенівського випромінювання на робочому місці користувача зазвичай не перевищує 10 мкбер/год, а показники ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання монітора знаходяться в діапазоні 10–100 мВт/м².

Таблиця 5.3 – Припустимі значення параметрів неіонізуючих електромагнітних випромінювань (відповідно до СанПіН 2.2.2.542-96)

Найменування параметра	Припустимі
Напруженість електричної складової електромагнітного поля або на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	10 В/м
Напруженість магнітної складової електромагнітного поля або на відстані 50 см від поверхні відеомонітора	0,3 А/м

Напруженість електростатичного поля не повинна перевищувати:	20 кВ/м
для дорослих користувачів	
для дітей дошкільних установ і учнів	15 кВ/м
середніх спеціальних і вищих навчальних закладів	

5.2 Розрахунок системи штучного освітлення приміщення

Розрахунок параметрів освітлення робочого місця передбачає вибір оптимальної системи освітлення, визначення необхідної кількості, типу та схеми розташування світильників. На основі цього розраховуються параметри штучного освітлення.

Як джерела світла застосовуються електричні лампи двох типів: лампи накаливання та люмінесцентні. Для забезпечення більш ефективного освітлення обираємо люмінесцентні лампи, які мають низьку суттєвих переваг у порівнянні з лампами накаливання [12]:

- спектральний склад їхнього світла максимально наближений до денного;
- коефіцієнт корисної дії цих ламп перевищує ККД ламп розжарювання в 1,5–2 рази;
- світловіддача таких ламп у 3–4 рази вища;
- термін використання є значно довшим.

Вхідні параметри для розрахунку :

Розрахунок освітлення проводиться для приміщення загальною площею 20 м², ширина якої 4 м, висота – 3 м. Висота робочої поверхні 1 м. Для освітлення приймається світильник типу ППД2-500. Мінімальна освітленість лампи накаливання по нормах $E_{\min} = 300$ лк. Коефіцієнт відображення стелі $S_{\text{п}} = 70\%$, стін $S_{\text{с}} = 50\%$ і робочої поверхні $S_{\text{р}} = 30\%$. Напруга мережі 220В.

Скористаємося методом світлового потоку [12].

Для визначення кількості світильників на задане приміщення визначимо світловий потік однієї лампи, який падає на поверхню за формулою 5.1:

$$F = \frac{E_{\min} * K_z * S * z}{N \cdot \eta}, \quad (5.1)$$

де F – світловий потік, що розраховується, лм;

$E_{\min}$ – нормована мінімальна освітленість, лк;

S – площа освітлюваного приміщення (у нашому випадку $S = 100 \text{ м}^2$);

z – відношення середньої освітленості до мінімального (звичайно приймається рівним 1,1...1,2, нехай $z = 1,1$);

K_z – коефіцієнт запасу, що враховує зменшення світлового потоку лампи в результаті забруднення світильників у процесі експлуатації (його значення залежить від типу приміщення і характеру проведених у ньому робіт і в нашому випадку $K = 1,5$);

N – необхідна кількість світильників, яка розраховується по формулі 5.2:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{S}{(1,5 \cdot h)^2} = \frac{100}{(2,25)^2} \approx 20 \quad (5.2)$$

η – коефіцієнт використання, (виражається відношенням світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню, до сумарного потоку всіх ламп і обчислюється в частках одиниці; залежить від характеристик світильника, розмірів приміщення, фарбування стін, стелі і робочої поверхні, які характеризуються відповідними коефіцієнтами відображення). Значення коефіцієнтів приведені вище. Значення η визначимо по таблиці коефіцієнтів використання різних світильників [14]. Для цього обчислимо індекс приміщення по формулі 5.3:

$$i = \frac{S}{h \cdot (A + B)}, \quad (5.3)$$

де S – площа приміщення, $S = 100 \text{ м}^2$;

h – розрахункова висота підвісу, $h = 3 \text{ м}$;

A – ширина приміщення, $A = 10 \text{ м}$;

B – довжина приміщення, $B = 12,5 \text{ м}$.

Підставимо у формулу 5.3 значення та одержимо:

$$i = \frac{100}{1,5 \cdot (10 + 12,5)} \approx 1,48.$$

Знаючи індекс приміщення i , по таблиці [14] знаходимо $\eta = 0,67$.

Підставимо всі значення у формулу 5.1 для визначення світлового потоку F :

$$F = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 100 \cdot 1,1}{20 \cdot 0,67} \approx 3694 \text{ (лк)};$$

Для освітлення вибираємо лампу типу Г125-135-200, потужністю 200 Вт, світловий потік якої $F = 3200 \text{ лк}$, найбільш близький до розрахункового.

При цьому фактична освітленість

$$F = E_{\min} \frac{F_n}{F_p} = 300 \cdot \frac{3200}{3694} \approx 260 \text{ (лк)}.$$

Загальна потужність $P_{\text{общ}} = P_{\text{л}} \cdot N = 200 \cdot 20 = 4000 \text{ (Вт)}$.

5.3 Розробка заходів щодо зменшення впливу шкідливих факторів

Організація та вдосконалення умов праці на робочому місці є одним з основних резервів для підвищення продуктивності праці, економічної

ефективності виробничого процесу, а також позитивно впливає на подальший розвиток працівника. Цей аспект має велике соціальне та економічне значення, оскільки правильна організація праці забезпечує здоров'я та добробут працівників.

З метою зменшення впливу шкідливих факторів на осіб, які працюють з комп'ютерами, наведемо низку організаційних заходів і технічних засобів захисту.

Колірне оформлення і світлове відображення

Кольорове оформлення приміщень та меблів повинно бути орієнтоване на забезпечення сприятливих умов для психоемоційного сприйняття, створення позитивної атмосфери для працівників.

Джерела світла, зокрема світильники і вікна, які відображають світло від поверхні екрану, здатні значно зменшити точність сприйняття символів і підкреслити фізіологічні незручності, які проявляються в підвищеному зоровому навантаженні, особливо при тривалій роботі. Відображення, включаючи вторинне освітлення, повинно бути мінімізоване. Для обмеження світлої яскравості вікон доцільно використовувати штори або спеціальні екрани [12].

В залежності від орієнтації вікон, для покращення умов роботи в умовах зовнішнього середовища рекомендується наступне фарбування:

- для вікон, орієнтованих на південь, доцільно використовувати стіни зеленувато-блакитного або світло-блакитного кольору, а підлогу фарбувати в зелений колір;
- для північної орієнтації вікон рекомендовано вибрати стіни світло-жовтогарячого або оранжево-жовтого кольору, підлога повинна бути червонясто-жовтогарячою;
- для східної орієнтації стіни мають жовто-зеленими, а підлога — зеленою або червонясто-жовтогарячою;
- для західної орієнтації вікон оптимальні стіни жовто-зеленого або блакитнувато-зеленого відтінку, підлога повинна бути зеленою або червонясто-жовтогарячою.

У приміщеннях, що працюють з комп'ютерами, необхідно забезпечувати коефіцієнт відображення для стелі в межах 60–70%, для стін – 40–50%, для підлоги – близько 30%, а для інших поверхонь.

Шум і вібрація

Зниження рівня шуму на робочих місцях, як внутрішнього, так і зовнішнього походження, є важливою задачею для покращення умов праці. Одним із способів зменшення шуму є застосування пружних прокладок між основними технічними пристроями та опорною поверхнею, зокрема гуми, повсті, пробки та амортизаторів різних конструкцій. Для зниження шуму, що виникає від настільних апаратів, використовують м'які коврики із синтетичних матеріалів, а також прокладки з м'якої гуми або повсті для ніжок меблів.

Звукоізоляційні кожухи також можуть бути ефективним засобом, якщо вони не перешкоджають технологічному процесу. Зниження шуму в процесі експлуатації вимагає належного регулювання, змазування і заміни механічних компонентів, що є джерелом шуму. Рациональне планування розміщення і правильне розміщення обладнання не дозволяє знизити рівень шуму, при цьому важливо забезпечити відстань між приміщеннями, де працюють ЕОМ, та шумливими або вібруючими пристроями [12].

Зниження рівня шуму, що проникає у виробничі приміщення ззовні, може бути досягнуто за допомогою покращення звукоізоляції огорожувальних конструкцій, а також ущільнення затворів вікон та дверей.

Для зниження внутрішнього шуму та шуму, що проникає ззовні, необхідно провести низку заходів, таких як:

- зменшення шуму від деяких джерел (через використання екранів і звукоізолюючих кожухів);
- зниження впливу звукових хвиль шляхом застосування звукопоглинаючих матеріалів на конструкціях;
- рациональне розміщення обладнання;
- впровадження архітектурно-планувальних і технологічних рішень для ізоляції джерел шуму.

Мікроклімат

Для нормалізації мікроклімату приміщення необхідно покращити вентиляцію через витяжні вентилятори та забезпечити належну роботу вбудованих вентиляційних систем будівлі.

Висновок до розділу 5

Вирішення завдань охорони праці нерозривно пов'язане із захистом навколишнього середовища, що обумовлює необхідність комплексного підходу до вирішення цих питань. Через складність задач охорона праці потребує залучення результатів наукових досліджень з різних дисциплін, зокрема медицини, біології, ергономіки, інженерної психології та технічної естетики, які спрямовані на створення здорових і безпечних умов праці.

Особливу роль у розробці санітарно-гігієнічних вимог відіграють медичні та біологічні науки, адже головним об'єктом охорони праці є людина. Ефективність системи залежить від рівня підготовки фахівців, здатних приймати обґрунтовані рішення у складних виробничих умовах. Саме якість професійної освіти та компетентність кадрів визначають успіх у реалізації заходів охорони праці.

РОЗДІЛ 6 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

У сучасних умовах охорони навколишнього середовища набуває першочергового значення. Недостатня увага до цієї проблеми може призвести до катастрофічних наслідків, які торкнуться не тільки добробуту людства, але й його виживання. Особливо тривожно те, що порушення законів в цій сфері може призвести до необоротної деградації природного середовища.

Під охороною навколишнього середовища розуміють сукупність міжнародних, державних та регіональних нормативно-правових актів, стандартів та інструкцій, що встановлюють загальні юридичні вимоги до кожного забруднювача і забезпечують зацікавленість у виконанні цих вимог через конкретні природоохоронні заходи, спрямовані на їх реалізацію.

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (№1264-XII), ухвалений 25 червня 1991 року, визначає правові, економічні та соціальні заходи забезпечення охорони довкілля. Він регулює взаємодію між суспільством і природою, встановлює екологічні права громадян та обов'язки органів державної влади і місцевого самоврядування у сфері захисту природного середовища [15].

Успіх у сфері захисту навколишнього середовища можливий лише за умови, що всі її складові гармонійно узгоджені за змістом і темпами впровадження, формуючи єдину комплексну систему.

Через невирішеність у належний час питань захисту природи від негативного антропогенного впливу, актуальним стало нове завдання — захист людини від зміненого природного середовища. Ці два аспекти поєднуються в загальному понятті «охорона природного середовища людини».

Система охорони природного навколишнього середовища включає:

- правовий компонент, що виражає наукові екологічні принципи у вигляді законодавчих норм, обов'язкових до виконання;
- економічне стимулювання, спрямоване на перетворення природоохоронної діяльності на економічно вигідну для підприємств;

— інженерний підхід, який розробляє технології та техніку, орієнтовані на збереження ресурсів і захист довкілля.

Ці елементи, впроваджені на основі міжнародних, державних і регіональних екологічних стандартів, є ключем до ефективної реалізації екологічної політики.

6.1 Забруднення навколишнього середовища

Унаслідок господарської діяльності людини до атмосфери надходять значні обсяги забруднюючих речовин, які, взаємодіючи з водними й обґрунтованими середовищами, викликають якісні та кількісні зміни у біосфері. Ці процеси сприяють прискоренню негативних змін у складі атмосферного повітря та кліматичних умов планети. Найбільш виражені зміни якості повітря й клімату фіксуються у великих містах. У разі значного забруднення кисню в атмосфері шкідливими речовинами зменшується тривалість життя всіх живих організмів, що згодом може призвести до їх знищення.

Антропогенні впливи на природні процеси в біосфері класифікуються за типами забруднень, кожен із яких уособлює певну небажану зміну для екосистеми [15]:

1. Інґредієнтне забруднення включає надходження речовин, кількість або властивості яких не характерні для природних біогеоценозів.
2. Параметричне забруднення впливає на зміни фізичних властивостей середовища, таких як рівень шуму, освітленості чи радіації.
3. Біоценотичне забруднення характеризується впливом на структуру і склад популяції живих організмів.
4. Стаціонально-деструкційне забруднення, пов'язане зі змінами ландшафтів та екологічних систем, є наслідком інтенсивного використання природних ресурсів.

Інтенсивний розвиток промисловості, енергетики, транспорту, зростання чисельності населення, урбанізаційні процеси та посилення хімізації різних сфер людської діяльності спричинили значні зміни в екологічному стані навколишнього середовища, зокрема виявляючись у забрудненій біосфері. Антропогенні шкідливі речовини, які надходять у довкілля, а також реакція екосистеми на ці впливи набули глобального характеру і мають комплексний вплив. Таким чином, завдання моніторингу, охорони та регулювання стану природного середовища в умовах інтенсивного науково-технічного прогресу стало невід’ємною складовою соціального та екологічного розвитку суспільства.

Мобільними джерелами забруднення є транспортні засоби, які пересуються по суші, водій або у повітрі. У мегаполісах автотранспорт є провідним джерелом забруднення. Викиди двигунів внутрішнього згоряння містять складну суміш понад 200 компонентів, з яких багато є канцерогенними. До наземних транспортних джерел забруднення належать механізми, які функціонують на шосейних і залізничних шляхах, а також спеціалізоване будівельне, сільськогосподарське та військове обладнання [15].

Шкідливі викиди, що виходяться під час експлуатації рухомих транспортних засобів, включають відпрацьовані гази, пари з паливних систем, викиди під час заправки та картерні гази. На кількість оксиду вуглецю у відпрацьованих газах значною мірою впливає рельєф дороги та режим руху автомобіля. Наприклад, при прискоренні або гальмуванні концентрація оксиду вуглецю може збільшитися майже у 8 разів разом з його рівнем при рівномірній русі. Найменше забруднення всіх, коли швидкість автомобіля становить 60 км/год.

Концентрація речовини у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів змінюється залежно від режиму їх роботи. У таблиці 6.1 наведені значення концентрації основних домішок карбюраторного двигуна при різних режимах його роботи [16, 17].

Таблиця 6.1 – Концентрація речовин у залежності від режиму роботи карбюраторного двигуна

Режим роботи двигуна	Оксид вуглецю, % по об'єму	Вуглеводні, мг/л	Оксиди азоту, мг/л
Холостий хід	4-12	2-6	—
Примусовий холостий хід	2-4	8-12	—
Середні навантаження	0-1	0,8-1,5	2,5-4,0
Повні навантаження	2	0,7-0,8	4-8

Викиди оксидів азоту досягають максимального значення при віднесенні повітря до палива 16:1. Таким чином, рівень викидів шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотранспорту залежить від низки чинників, зокрема від пропорції повітря та палива в суміші, умов руху транспортного вмісту, рельєфу та якості дороги, технічного стану автомобіля та інших параметрів. Також варто відзначити, що склад і обсяг викидів змінюються в залежності від типу двигуна. У таблиці 6.2 наведені дані про викиди шкідливих речовин для карбюраторних та дизельних двигунів [16, 17].

Таблиця 6.2 – Викиди (% по об'єму) речовин при роботі дизельних і карбюраторних двигунів

Речовина	Двигун	
	Карбюраторний	Дизельний
Оксид вуглецю	0,5-12,0	0,01-0,5
Оксид азоту	0,005-0,8	0,002-0,5
Вуглеводні	0,2-0,3	0,009-0,5
Бенз(а)пирен	До 20 мкг/м ³	До 10 мкг/м ³

Згідно з даними таблиці 6.2, викиди основних забруднюючих речовин значно нижчі в дизельних двигунах, що дозволяє вважати їх більш екологічно чистими. Проте дизельні двигуни мають підвищені викиди сажі, яка утворюється

через перевантаження палива. Сажа містить канцерогенні вуглеводні та мікроелементи, які викидають в атмосфері неприпустимі.

Враховуючи, що відпрацьовані гази автотранспорту потрапляють у нижні шари атмосфери і процес їх розсіювання суттєво шляхом розсіювання викидів від високих стаціонарних джерел, шкідливі речовини перебувають у безпосередній кількості до зони дихання людини. Таким чином, автомобільний транспорт є одним із найбільш небезпечних джерел забруднення атмосферного повітря в районах, прилеглих до автомагістралей.

Відповідно до формули для середнього питомого викиду (коефіцієнта викиду)

$$E_m = \frac{\text{сумарний річний викид забруднюючих речовин}}{\text{сума річних транспортних показників}}$$

У таблиці 6.3 приведені ці величини для автомобільних викидів.

Таблиця 6.3 – Середні питомі викиди (коефіцієнти викидів) автотранспорту

Вид забруднюючої речовини	Середній питомий викид (при середній швидкості 31,7 км/г)	
	За годину	На кілометр
Оксид вуглецю	752 г/год	23,7 г/км
Незгорілі вуглеводні	29,4 г/год	0,93 г/км
Оксиди азоту	33,2 г/год	1,05 г/км
Свинець	1,11 г/год	0,035 г/км
Сумарна кількість вихлопних газів (при 0 ⁰)	28,95 м ³ /год	0,914 м ³ /км
Середня витрата палива	2,75 кг/год	0,087 кг/км

6.2 Заходи запобігання забруднення навколишнього середовища

Природоохоронна діяльність це будь-які заходи, що спрямовані на підтримку якості навколишнього середовища на таких рівнях, які забезпечують стабільність біосфери. Вона охоплює як масштабні заходи на загальнодержавному рівні, спрямовані на охорону природних комплексів і

біорізноманіття Землі, організацію наукових досліджень, підготовку екологів та екологічне виховання, так і локальні ініціативи підприємств, що включають очищення стічних вод і відходів газів, оптимізацію використання природних ресурсів тощо. Зазначена діяльність здебільшого здійснюється через інженерні методи.

Існують два основних напрямки природоохоронної діяльності підприємств. Перший з них відбувається в очищенні шкідливих викидів. Однак цей підхід має обмежену ефективність, оскільки повне усунення забруднення навколишнього середовища не завжди досягається через очищення. Крім того, зниження рівня забруднення одного компонента навколишнього середовища може призвести до погіршення інших [18].

Встановлення вологих фільтрів у процесі газоочищення знижує рівень забруднення атмосферного повітря, однак цей метод може призвести до зниження якості води, після вловлених від відхідних газів забруднювачів можуть відтруюватися водні ресурси та земельні ділянки.

Використання очисних утворень знижує рівень забруднення навколишнього середовища, однак це не є остаточним рішенням, оскільки в процесі роботи цих установок відзначаються відходи, що забезпечують підвищену концентрацію шкідливих речовин, хоча й у проблемних менших обсягах. Крім того, функціонування очисних систем вимагає значних енергетичних витрат, що додатково навантажує екологію. Варто зазначити, що забруднювачі, на очищення яких витрачаються значні ресурси, є матеріалами, на які вже були витрачені наукові праці та матеріальні ресурси, і часто можуть бути повторно використані в різних галузях.

Для досягнення кращих екологічних та економічних результатів необхідно поєднувати очищення з утилізацією вловлених забруднювачів, що дозволяє оптимізувати два напрямки природоохоронної діяльності.

Другий напрямок природоохоронної діяльності включає усунення причин порушення, що забезпечують розробку технологій, які забезпечують мінімізацію відходів, а в майбутньому — безвідхідні технології, які не дозволяють ефективно

використовувати ресурси та утилізувати шкідливі для біосфери речовини [18, 19].

Однак на даний момент для багатьох галузей економіки неможливо досягти значного зниження відходів та їх ефективного використання через брак техніко-економічного обґрунтування таких рішень. Тому природоохоронну діяльність потрібно здійснювати в обох напрямках одночасно.

Необхідно враховувати, що жодні очисні споруди та безвідхідні технології не дозволять відновити стійкість біосфери, якщо будуть перевищені допустимі межі змін природних систем, зокрема, якщо використання енергетичних ресурсів біосфери перевищить 1%, а природні території будуть перетворені більше ніж на 10%.

Таким чином, технічні досягнення повинні супроводжуватися зміною позитивних результатів суспільного розвитку, стабілізацією демографічної ситуації та створенням достатньої кількості заповідних територій.

Основні напрямки діяльності в тому секторі охорони атмосфери від забруднення, яке здійснюється викидам автотранспорту, включають:

- розробку та впровадження автомобілів з високою економічністю та низькою токсичністю двигунів, у тому числі подальшу дизелізацію транспорту або перехід на електромобілі;
- удосконалення технологій нейтралізації відпрацьованих газів;
- зниження токсичності моторних палив;
- оптимізація руху автотранспорту в міських умовах та вдосконалення дорожньої інфраструктури для забезпечення безперебійного руху на автомагістралях [20].

Однією з основних проблем, які забезпечуються при очищенні газів, є велика кількість викидів промислових газів. Наприклад, потужна теплоелектроцентральною здатна викидати в атмосферу до 1 млрд кубометрів газу за рік, що навіть за умови високої ефективності очищає все однозначно до значної кількості забруднюючих речовин у повітрі.

Не існує єдиного універсального методу очищення для всіх типів забруднювачів, оскільки ефективність методу очищення одних забруднюючих речовин може бути неадекватною для інших. Крім того, методи, які працюють в специфічних умовах, таких як певний діапазон концентрацій чи температур, можуть виявитися малоефективними за інших умов. Тому для забезпечення належної ефективності часто використовують комбіновані методи очищення, поєднуючи кілька підходів одночасно, що підвищує вартість очищувальних споруд і знижує їхню надійність в процесі експлуатації [20].

Забруднюючі домішки у відхідних газах можуть бути у вигляді аерозолей або в газоподібному та пароподібному стані. У випадку з аерозолями очищення полягає в видаленні твердих і рідких часток, таких як пил, дим, краплі туману або бризки, в той час як для газо- і пароподібних домішок необхідно застосовувати методи нейтралізації. Очищення аерозолів здійснюється за допомогою електрофільтрів, різних методів фільтрації через пористі матеріали, гравітаційної та інерційної сепарації, а також мокрого очищення.

Очищення викидів від газоподібних та пароподібних забруднювачів здійснюється шляхом застосування адсорбції, абсорбції та хімічних методів.

Адсорбція полягає у поглинанні газу або пари поверхнею твердих адсорбентів, таких як силікагель або активоване вугілля. За правильної концентрації та вибору адсорбенту цей метод дозволяє досягати високого рівня очищення, що може досягати 99%.

Абсорбційний метод ґрунтується на розчинності газів у рідких абсорбентах, таких як вода, луги або етаноламіни. Цей метод має перевагу в забезпеченні високого рівня очищення і безперервності процесу, але характеризується громіздким обладнанням і складною технологією.

Хімічні методи очищення включають додавання реагентів до відхідних газів, що вступають у реакції з домішками, утворюючи нетоксичні сполуки. Одним із таких методів є термічне очищення, що включає допалювання органічних забруднень до нетоксичних сполук за допомогою окислювальних

реакцій при високих температурах. Цей метод застосовується, коли утилізація забруднювачів є недоцільною або неможливою.

Основне достоїнство хімічних методів очищення — високий рівень очищення.

Охорона довкілля стала однією з ключових соціальних проблем нашого часу, що постійно привертає увагу через загрозливі наслідки впливу людської діяльності на природу. Незважаючи на численні попередження, багато хто все ще сприймає ці виклики як неминучий наслідок цивілізаційного розвитку, вважаючи, що ми зможемо впоратися з ними в майбутньому. Проте масштаб впливу людства на навколишнє середовище досяг таких розмірів, що для поліпшення ситуації необхідні чітко сплановані та систематичні дії. Реалізація ефективної екологічної політики стане можливою лише за умови наявності надійних даних про сучасний стан довкілля, а також глибоких знань щодо взаємодії ключових екологічних факторів, що дозволить розробити нові підходи до зменшення та попередження шкоди, яку людина завдає природі.

Висновки до розділу 6

Охорона довкілля стала однією з ключових соціальних проблем нашого часу, що постійно привертає увагу через загрозливі наслідки впливу людської діяльності на природу. Незважаючи на численні попередження, багато хто все ще сприймає ці виклики як неминучий наслідок цивілізаційного розвитку, вважаючи, що ми зможемо впоратися з ними в майбутньому. Проте масштаб впливу людства на навколишнє середовище досяг таких розмірів, що для поліпшення ситуації необхідні чітко сплановані та систематичні дії.

Реалізація ефективної екологічної політики стане можливою лише за умови наявності надійних даних про сучасний стан довкілля, а також глибоких знань щодо взаємодії ключових екологічних факторів, що дозволить розробити нові підходи до зменшення та попередження шкоди, яку людина завдає природі.

Висновки

У магістерській роботі здійснено дослідження актуальних проблем взаємозв'язку ринку праці та освітньої системи з акцентом на інноваційні підходи до їх розв'язання. Відзначено, що розвиток економіки потребує адаптації освітніх послуг до швидкозмінних зовнішніх умов, прогнозування попиту на професійні кадри та впровадження сучасних напрямків навчання. На основі аналізу ключових чинників впливу на ринок праці пропонується інтегрований підхід, що враховує як зовнішні економічні показники, так і внутрішні демографічні дані регіонів.

У першому розділі кваліфікаційної роботи проведено детальний аналіз існуючих проблем у сфері освіти та ринку праці, виокремлено фактори, які мають суттєвий вплив на освітні потреби регіонів, а також обґрунтовано необхідність використання методів математичного прогнозування. Вибір моделі SARIMAX обґрунтовано її здатністю враховувати сезонні, трендові та екзогенні компоненти. Перевагами моделі є її здатність до моделювання як короткострокових змін, так і довгострокових тенденцій, а також врахування сезонної циклічності, характерної для освітніх процесів.

На основі отриманих результатів розроблено вимоги до інформаційної системи прогнозування освітніх потреб регіону, визначено її функціональні можливості, структуру та основні параметри. Мета розробки полягає в автоматизації аналізу даних і побудові прогнозів освітніх потреб, що базуються на соціально-економічних показниках регіонів. Призначенням системи є забезпечення освітніх установ інструментами для обґрунтованого стратегічного планування, а також підтримка прийняття рішень для державних органів управління освітою. Основною цільовою аудиторією виступають адміністрації університетів, органи місцевого самоврядування та аналітики в галузі освіти.

Моделювання структури фронтенду здійснено з урахуванням компонентного підходу, який дозволяє забезпечити повторне використання елементів інтерфейсу. Виділено основні компоненти, такі як панель навігації,

форми введення даних, таблиці результатів і графіки для візуалізації прогнозів. Це сприяє організації ефективної архітектури клієнтської частини, що легко масштабується.

Діаграма активностей для сценарію авторизації демонструє послідовність дій користувача та системи під час входу до облікового запису. Зокрема, деталізовано етапи перевірки введених даних, обробки запитів сервером, верифікації облікового запису та надання доступу до функціональних модулів.

В роботі обґрунтовано вибір сучасних технологій, які забезпечують високу продуктивність та масштабованість системи. Клієнтська частина представлена динамічним інтерфейсом на базі React.js, а для зберігання та обробки даних застосовано PostgreSQL, що дозволяє працювати зі складними аналітичними операціями. Аналітичні компоненти реалізовано за допомогою бібліотек Python (Pandas, Scikit-learn, TensorFlow), які забезпечують ефективний аналіз та побудову прогнозів.

У третьому розділі детально описано процес підготовки даних для моделювання, включаючи їх попередню обробку: нормалізацію, згладжування та заповнення пропусків. Виконано аналіз динаміки попиту на професійні кадри в ключових регіонах України за період 2014–2024 років. На основі отриманих даних створено прогнози до 2026 року та побудовано відповідні графіки, які демонструють тенденції зміни попиту. Для оцінки точності прогнозів використано метрику MAPE, що підтверджує достовірність отриманих результатів.

Результати роботи є основою для створення інтегрованої інформаційної системи прогнозування, яка забезпечує освітні установи актуальними даними для оптимального планування програми підготовки кадрів. Запропонована система сприяє ефективному використанню людського капіталу, забезпечуючи стаке зростання через відповідність між потребами економіки праці та освітньою пропозицією. Виконане дослідження підтверджує, що комплексний підхід до аналізу освітніх потреб із використанням сучасних методів прогнозування

дозволяє підвищити ефективність освітньої системи та її адаптування до ринкових змін.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАННИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журан О.А., Гайдаєнко О.В. Прогнозування освітніх потреб регіонів на основі системної динаміки // Інформаційні технології: моделі, алгоритми, системи (ITMAS – 2024): матеріали V Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції (30–31 жовтня 2024 р.). – Миколаїв: НУК імені адмірала Макарова, 2024. – С. 238–242.
2. Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2022). *Forecasting: Principles and Practice* (3rd ed.). Retrieved from. URL: <https://otexts.com/fpp3/> (дата звернення: 18.10.2024).
3. Бокс, GEP, Дженкінс, GM, і Рейнсел, GC (2015). *Аналіз часових рядів: Прогнозування та контроль* (5-е видання)
4. Вей, WWS (2006). *Аналіз часових рядів: однофакторні та багатфакторні методи* (2-е видання)
5. Журан О.А. и др. Застосування системного підходу при виконанні ІТ-проектів // *Electrotechnic and Computer Systems*. – 2024. – №. 40 (116). – С. 37-45.
6. Подимов А.Д., Журан О.А. Актуальність використання масштабування хмарних застосунків за допомогою предиктивних моделей // 59-а науково-технічна конференції студентів та молодих вчених Національного університету «Одеська політехніка» з 17 квітня по 17 травня 2024 року.
7. Сторінка датасетів ІТ-ринку. URL: <https://github.com/devua/csv/tree/master/salaries> (дата звернення: 18.10.2024).
8. Вакансії ІТ-ринку. URL: <https://jobs.dou.ua/> (дата звернення: 18.10.2024).
9. Держстат. Набори даних <https://stat.gov.ua/uk/datasets> (дата звернення: 18.10.2024).
10. Державна служба статистики України <https://ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 18.10.2024).
11. Каталог товарів URL: <https://synthetic.ua/> (дата звернення: 25.10.2024).

12. Закон України "Про охорону праці": Закон України від 14 жовт. 1992 р. № 2694-XII. Відомості Верховної Ради України (ВВР). 1992. № 49. Ст. 668. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 25.10.2024).
13. СНІП II-4-79. Освітлення виробничих приміщень: державні будівельні норми України. – Київ: Держбуд України, 1979.
14. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освіта: чинні від 2019-01-01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2018. 51 с.
15. Закон України про охорону навколишнього природного середовища від 25 червня 1991 року № 1264-XII . Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1991, №41, ст.546. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 25.10.2024).
16. ДСТУ 4216-2003. Викиди забруднюючих речовин від автотранспортних засобів. Основні характеристики та методи вимірювання. – Київ: Державний стандарт України, 2003.
17. ДСТУ 2872-2005. Автотранспорт. Викиди забруднюючих речовин з відпрацьованими газами автомобільних двигунів. – Київ: Держстандарт України, 2005.
18. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 року № 1264-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12> (дата звернення: 25.10.2024).
19. Закон України "Про екологічну експертизу" від 9 лютого 1995 року № 45/95-ВР. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/45/95-вр> (дата звернення: 25.10.2024).
20. Державні санітарні норми і правила "Гігієнічні вимоги до охорони атмосферного повітря населених місць", затверджені наказом МОЗ України № 248 від 3 квітня 2013 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0764-13> (дата звернення: 30.10.2024).
21. Іпполітова І. Портрет айтівця 2024. Як змінилося українське ІТ за 10 років. URL: <https://dou.ua/lenta/articles/portrait-2024/?from=doufp> (дата звернення: 05.11.2024).

22. Галушак М. П., Галушак О. Я., Кужда Т. І. Прогнозування соціально-економічних процесів: навчальний посібник для економічних спеціальностей. – Тернопіль: ФОП Паляниця, 2021. – 160 с.
23. Герасименко В. О., Ткаченко В. І. Методи оцінки прогнозування в економічному аналізі: навч. посіб. — Київ: КНЕУ, 2021. — 230 с.
24. Макаров О. П. Економетричні методи та моделі: навч. посіб. — Харків: ХНЕУ, 2019. — 312 с.
25. Хайлі Т., Григор'єва Л. М. Аналіз часових рядів у наукових дослідженнях. — Львів: Видавництво ЛНУ, 2020. — 270 с.
26. Armstrong J. S. Principles of Forecasting: A Handbook for Researchers and Practitioners. — Boston: Springer, 2001. — 849 p.
27. Шамрай В. Тенденції розвитку вищої освіти й педагогічної науки // Вісник ЧНПУ. – 2023. – URL: <https://visnyk.chnpu.edu.ua> (дата звернення: 27.11.2024).
28. PostgreSQL: The world's most advanced open source database. URL: <https://www.postgresql.org/> (дата звернення 01.12.2024).
29. Scikit-learn – Machine Learning in Python. URL: <https://scikit-learn.org/stable/> (дата звернення 01.12.2024).
30. Pandas Documentation. URL: <https://pandas.pydata.org/docs/> (дата звернення: 01.12.2024)

Додаток А

Код для прогнозування

```

import pandas as pd
import numpy as np
from statsmodels.tsa.statespace.sarimax import SARIMAX
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
import matplotlib.pyplot as plt
import warnings

warnings.filterwarnings("ignore")

# Параметри
future_periods = 24 # Кількість місяців для прогнозування
smoothing_window = 3 # Розмір вікна для згладжування (у місяцях)

# Функція для підготовки даних
def prepare_data(data_path, target_column, exogenous_columns, smoothing_window):
    # Загрузка даних
    df = pd.read_csv(data_path, parse_dates=['Час'])
    df.set_index('Час', inplace=True)

    # Згладжування цільової змінної
    df[target_column] = df[target_column].rolling(window=smoothing_window, center=True).mean()

    # Видалення пропущених значень після згладжування
    df.dropna(inplace=True)

    # Нормалізація даних (для екзогенних змінних)
    scaler = StandardScaler()
    df[exogenous_columns] = scaler.fit_transform(df[exogenous_columns])

    return df, scaler

# Функція для побудови моделі й прогнозування
def forecast_with_sarimax(df, target_column, exogenous_columns, future_periods):
    # Поділ на навчальну вибірку
    train = df[target_column]
    exog_train = df[exogenous_columns]

    # Створення та навчання моделі SARIMAX
    model = SARIMAX(
        train,
        exog=exog_train,
        order=(1, 1, 1), # Параметри ARIMA
        seasonal_order=(1, 1, 1, 12), # Параметри для сезонності
        enforce_stationarity=False,
        enforce_invertibility=False
    )
    results = model.fit(dispatch=False)

    # Прогнозування на майбутнє
    future_dates = pd.date_range(start=df.index[-1] + pd.DateOffset(months=1),
                                  periods=future_periods, freq='MS')
    exog_future = pd.DataFrame(
        np.zeros((future_periods, len(exogenous_columns))),
        columns=exogenous_columns,
        index=future_dates
    )
    forecast = results.get_forecast(steps=future_periods, exog=exog_future)
    forecast_index = forecast.predicted_mean.index

    # Прогноз та довірчі інтервали
    forecast_values = forecast.predicted_mean
    conf_int = forecast.conf_int()

    return forecast_values, conf_int, forecast_index, results

# Візуалізація прогнозу
def plot_forecast(df, target_column, forecast_values, conf_int, forecast_index, title):
    plt.figure(figsize=(12, 6))

```



```

plt.plot(df[target_column], label="Фактичні дані (згладжені)", color='blue')
plt.plot(forecast_index, forecast_values, label="Прогноз", color='green')
plt.fill_between(forecast_index, conf_int.iloc[:, 0], conf_int.iloc[:, 1],
                 color='green', alpha=0.2, label="Довірчий інтервал")
plt.title(title, fontsize=14)
plt.xlabel('Час', fontsize=12)
plt.ylabel('Попит', fontsize=12)
plt.legend()
plt.grid()
plt.tight_layout()
plt.show()

# Основной скрипт
if __name__ == "__main__":
    # шлях до CSV-файлу
    data_path = "Одеса_education_needs_data.csv" # Обрання регіону

    # стовбці
    target_column = "Попит на ІТ спеціалістів" # Цільова змінна
    exogenous_columns = ["Населення", "Рівень безробіття", "Середній дохід", "Ріст ВВП"] # Екзогенні змінні

    # Підготовка даних зі згладжуванням
    df, scaler = prepare_data(data_path, target_column, exogenous_columns, smoothing_window)

    # Прогнозування
    forecast_values, conf_int, forecast_index, results = forecast_with_sarimax(
        df, target_column, exogenous_columns, future_periods
    )

    # Візуалізація
    plot_forecast(df, target_column, forecast_values, conf_int, forecast_index,
                 f"Прогноз попиту на ІТ спеціалістів у Одесі на {future_periods} місяців")

```

Додаток Б

Лістинг коду для побудови графіків

```

columns = [
    'Час', 'Region', 'Населення', 'Рівень безробіття', 'Середній дохід',
    'Міграційний баланс', 'Ріст ВВП', 'Попит на ІТ спеціалістів',
    'Попит на інженерів', 'Попит на медичних спеціалістів', 'Рекомендація для університетів'
]
df = pd.DataFrame(region_data, columns=columns)

# Save to CSV
csv_path = f'{region}_education_needs_data.csv'
df.to_csv(csv_path, index=False)

# Plot graphs for the region
fig, axs = plt.subplots(3, 1, figsize=(10, 15), sharex=True)

metrics = ['Попит на ІТ спеціалістів', 'Попит на інженерів', 'Попит на медичних спеціалістів']
titles = [
    f'Попит на ІТ спеціалістів у {region}',
    f'Попит на інженерів у {region}',
    f'Попит на медичних спеціалістів у {region}'
]
y_labels = ['Попит (ІТ)', 'Попит (Інженери)', 'Попит (Медики)']

for i, (metric, title, ylabel) in enumerate(zip(metrics, titles, y_labels)):
    axs[i].plot(df['Час'], df[metric], label=region, color='blue')
    axs[i].set_title(title, fontsize=14)
    axs[i].set_ylabel(ylabel, fontsize=12)
    axs[i].grid()

axs[-1].set_xlabel('Час', fontsize=12)
plt.tight_layout()

# Save the plot
plot_path = f'{region}_demand_plot.png'
plt.savefig(plot_path)
plt.close()

```