

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ І ПРИКЛАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

БОГАЧ ТЕТЯНА ОЛЕГІВНА

Допускається до захисту:

в. о. завідувача кафедри
інформаційних технологій
д-р техн. наук, професор

_____ Наталія ВЕСЕЛОВСЬКА

«_____» _____ 2026 р.

**ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ВИБОРУ
КРАЇНИ ПЕРЕБУВАННЯ УКРАЇНСЬКИХ МІГРАНТІВ**

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

Кваліфікаційна (бакалаврська) робота

Керівник:

Ірина ФРИЗ, старший викладач кафедри
інформаційних технологій,
канд. фіз.-мат. наук

Оцінка: _____ / _____ / _____

(бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою)

Голова ЕК: _____

Вінниця – 2026

АНОТАЦІЯ

Богач Т. О. Інтелектуальна система прийняття рішень для вибору країни перебування українських мігрантів. Спеціальність 122 Комп'ютерні науки, освітня програма «Комп'ютерні науки». Донецький національний університет імені Василя Стуса, 2026.

У кваліфікаційній роботі описано розробку інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для вибору найбільш оптимальної країни перебування українських мігрантів на основі аналізу соціально-економічних та правових показників, а також індивідуальних потреб і пріоритетів користувачів. Система повинна забезпечувати оцінювання та порівняння країн за визначеними критеріями з метою підвищення ефективності процесу прийняття рішень щодо міграції та адаптації українських громадян за кордоном

Ключові слова: СППР, міграція, багатокритеріальний аналіз, Java, MS SQL.
66 сторінок, 24 рисунки, 3 таблиці, 40 джерел.

ANNOTATION

Bogach T. O. Intelligent Decision Making System for Choosing the Country of Residence of Ukrainian migrants. Specialty 122 Computer Science, educational program «Computer Science». Vasyl Stus Donetsk National University, 2026.

The qualification paper describes the development of an intelligent system that supports decisions for choosing the most optimal country of stay for Ukrainian migrants based on the analysis of socio-economic and legal indicators, as well as individual needs and priorities of users. The system should provide an assessment and comparison of the improvement of the level of countries according to the specified criteria with the effectiveness of the decision-making process regarding the migration and adaptation of Ukrainian citizens abroad.

Keywords: CSPR, migration, artificial intelligence, Java, MS SQL.
66 pages, 24 figures, 3 tables, 40 sources.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ПОНЯТТЯ МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ ТА ПРИЧИНИ ВИБОРУ КРАЇНИ ДЛЯ ПЕРЕЇЗДУ	8
1.1 Міграція населення, її види та причини виникнення.....	8
1.2 Ресурси щодо вибору країни для міграції	15
1.3 Постановка задачі.....	20
1.4 Вибір інструментів для розробки	21
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ .	27
2.1 Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень.....	27
2.2 Використання методів підтримки прийняття рішень під час розробки системи	35
2.3 UML-діаграми розроблюваної системи	38
РОЗДІЛ 3. ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	41
3.1 Розробка бази даних системи.....	41
3.2 Розробка інтерфейсу системи	43
3.3 Тестування та перевірка працездатності системи. Подальше масштабування системи.....	55
ВИСНОВКИ.....	58
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60
ДОДАТОК А. ОСНОВНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОД СИСТЕМИ	64

ВСТУП

У сучасних умовах трудова міграція стала характерним явищем майже для всіх регіонів світу. Міжнародні мігранти дедалі більше впливають на економічний розвиток як країн призначення, так і держав свого походження, адже значна частина зароблених коштів надходить у вигляді грошових переказів сім'ям та родичам. Для України процеси міграції нині відбуваються в нових політичних, економічних і соціальних реаліях, які сформувалися під впливом реформ, глобалізаційних змін та трансформації міжнародних відносин.

Міграція населення є одним із найбільш актуальних явищ сучасності, оскільки глобалізація створює нові можливості для мобільності людей, працевлаштування та зміни місця проживання. Особливий інтерес для дослідження становить зміна основних напрямків міграції українців: якщо раніше переважала орієнтація на країни пострадянського простору, то сьогодні значна частина мігрантів обирає держави Європейського Союзу та інші європейські країни. Важливу роль у цьому процесі відіграє російська агресія проти України, яка суттєво вплинула на масштаби та характер міграційних потоків. Не менш важливим є питання інтеграції внутрішньо переміщених осіб у життя приймаючих громад, а також адаптації українців до нових соціально-економічних умов за кордоном після початку повномасштабної війни.

Україна сьогодні не лише відчуває наслідки глобалізаційних процесів, але й активно реалізує курс на європейську інтеграцію. Водночас головним чинником, який змушує багатьох громадян залишати країну, стало повномасштабне вторгнення росії на територію України. Через небезпеку для життя, втрату роботи та нестабільну економічну ситуацію значна частина населення змушена шукати можливості для працевлаштування та проживання за межами держави.

Проблематика зовнішньої трудової міграції залишається надзвичайно важливою, адже вона тісно пов'язана з економічними процесами, соціальними змінами та культурними трансформаціями у світі. Протягом останніх років

масштаби трудової міграції українців постійно збільшуються, що потребує ефективної державної політики у сфері регулювання міграційних процесів, соціального захисту громадян та створення умов для повернення населення в Україну.

Крім економічних наслідків, трудова міграція має значний вплив і на демографічну ситуацію в державі. Виїзд працездатного населення за кордон спричиняє скорочення трудових ресурсів, посилює проблему старіння населення та створює дефіцит кадрів у багатьох галузях економіки. Особливо гостро це питання постає для регіонів, де значна частина молоді обирає роботу або навчання за кордоном як перспективу для кращого рівня життя.

Разом із тим міграційні процеси можуть мати і позитивні наслідки для країни. Українці, які працюють або навчаються за межами держави, здобувають нові професійні навички, досвід та знання, які можуть бути корисними для розвитку України у майбутньому. Окрім цього, міжнародні контакти та культурний обмін сприяють посиленню співпраці між державами та інтеграції України у світовий економічний і соціальний простір.

Метою кваліфікаційної (бакалаврської) роботи є розробка інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для вибору найбільш оптимальної країни перебування українських мігрантів на основі соціально-економічних та правових показників, а також індивідуальних потреб і пріоритетів користувачів. Система повинна забезпечувати оцінювання та порівняння країн за визначеними критеріями з метою підвищення ефективності процесу прийняття рішень щодо міграції та адаптації українських громадян за кордоном.

Відповідно до поставленої мети кваліфікаційної (бакалаврської) роботи, основними **завданнями дослідження є:**

1. провести аналіз сучасних тенденцій міграційних процесів українських громадян та визначити основні фактори, що впливають на вибір країни перебування;

2. сформулювати вимоги до інтелектуальної системи прийняття рішень для вибору країни перебування українських мігрантів та обрати інструменти реалізації;
3. розробити модель та реалізувати програмний прототип системи;
4. провести тестування та оцінити ефективність роботи розробленої системи;
5. сформулювати висновки та рекомендації щодо практичного застосування інтелектуальної системи.

Об'єкт дослідження – процес розробки інтелектуальної системи прийняття рішень для вибору країни перебування українських мігрантів.

Предмет дослідження – методи аналізу інформації, що покладені в основу створення інтелектуальної системи прийняття рішень.

Теоретичне та/або практичне значення отриманих результатів. У результаті виконання роботи отримано програмний продукт, який на основі введених параметрів надає інформацію мігрантам щодо вибору країни місцеперебування.

Апробація результатів дослідження. Результати дослідження обговорювали на VII Всеукраїнській науково-практичній конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Прикладні інформаційні технології» 15.05.2026 з публікацією тез доповідей:

Богач Т.О., Фриз І.В. Використання штучного інтелекту в системах прийняття рішень для вибору країни перебування українських мігрантів. *Матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених «Прикладні інформаційні технології»*, м. Вінниця, 15 трав. 2026 р.

Структура кваліфікаційної (бакалаврської) роботи. Кваліфікаційна (бакалаврська) робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатку з основним програмним кодом. В першому розділі описано причини та види міграції, сформульовано постановку задачі та обрано інструменти для реалізації. В другому розділі описано про ІСППР, методи багатокритеріального аналізу та UML-діаграми розробленої системи. В третьому

розділі описано практичну реалізацію системи, результати тестування та подальші кроки щодо масштабування. У висновках підведено підсумки виконаної роботи. Робота містить 24 рисунки, 3 таблиці, список використаних джерел кількістю 40 найменувань та 1 додаток. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок.



РОЗДІЛ 1

ПОНЯТТЯ МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ ТА ПРИЧИНИ ВИБОРУ КРАЇНИ ДЛЯ ПЕРЕЇЗДУ

1.1 Міграція населення, її види та причини виникнення

Переміщення населення є природним процесом, який супроводжує людство протягом усієї історії. Сьогодні міграція набуває дедалі більшого масштабу та стає однією з найактуальніших проблем як для економічно розвинених держав, так і для країн, що розвиваються. Це явище пов'язане з економічними трансформаціями, насамперед процесами глобалізації, а також культурними, соціальними й моральними змінами. Крім того, важливими чинниками міграції виступають зростання рівня бідності, міжнародні та міжетнічні конфлікти. Посилення міграційних потоків часто зумовлюється несприятливими економічними умовами в країні проживання або політичною ситуацією, яка не задовольняє населення[1].

Водночас міграція відіграє важливу роль у розвитку економіки багатьох держав, адже забезпечує перерозподіл трудових ресурсів між країнами з надлишком робочої сили та державами, де спостерігається її нестача і високий попит на працівників[2]. Особливе значення має трудова міграція, яка є одним із найважливіших сегментів міграційних процесів. У країнах призначення мігранти швидко інтегруються у ринок праці, займаючи вільні робочі ніші або конкуруючи з місцевим населенням за працевлаштування[3].

Для кращого розуміння сутності поняття «трудова міграція» необхідно спочатку розглянути ширше поняття – «міграція». Термін «міграція» походить із латинської мови від слова «migratio», що означає «переселення» або «переміщення». Одним із перших науковців, який дав визначення цьому поняттю, був Ернст Равенштейн. У 1885 році він визначив міграцію як постійну або тимчасову зміну місця проживання людини[4].

Ернст Равенштейн зробив значний внесок у розвиток теорії міграції, сформулювавши основні закони міграційних процесів на основі власних

досліджень. Він встановив, що мешканці сільської місцевості більш схильні до міграції, ніж жителі міст. Також дослідник дійшов висновку, що збільшення населення великих міст відбувається переважно за рахунок міграційного приросту, а не природного відтворення населення. Крім того, саме економічні чинники він вважав основними причинами міграції. У найзагальнішому значенні міграція трактується як переміщення людей на значні відстані та на тривалий період часу.

Проаналізувавши поняття трудової міграції та ширше поняття міграції, можна дійти висновку, що трудова міграція є більш вузькою категорією. Різні підходи та теорії дослідження трудової міграції не суперечать один одному, а навпаки – доповнюють, забезпечуючи комплексне розуміння міграційних процесів і їх причин. У поєднанні з іншими соціально-економічними явищами трудова міграція формує особливо актуальну для XXI століття категорію – міжнародну трудову міграцію, яка має вагоме соціальне та економічне значення[5].

Організація Об'єднаних Націй визначає міжнародну міграцію як будь-яке переміщення людей через державні кордони зі зміною місця проживання на термін понад один рік. Існує кілька основних видів міграції[6].

Безповоротна міграція – переселення до іншої країни з подальшим отриманням дозволу на постійне проживання[7].

Сезонна міграція – виїзд осіб для виконання тимчасової або сезонної роботи протягом певного періоду[8].

Тимчасова міграція – переміщення працездатного населення до іншої країни з метою працевлаштування на кілька років. Такий вид міграції характерний як для некваліфікованих працівників, так і для висококваліфікованих спеціалістів. Більшість тимчасових мігрантів прагнуть накопичити фінансові ресурси за кордоном і в майбутньому повернутися на батьківщину для створення власного бізнесу чи покращення умов життя. Проте нерідко тимчасова міграція переростає у постійну, особливо якщо мігрант досягає успіху та стабільності в країні перебування. Саме тому уряди країн, які є

постачальниками робочої сили, часто реалізують політику стимулювання реєміграції своїх громадян[9].

Маятникова міграція – регулярне переміщення осіб через державний кордон для роботи в сусідній країні. Такі мігранти, яких часто називають «фронтальєрами», щоденно або щотижнево перетинають кордон між місцем проживання та місцем праці. Найбільш поширене це явище серед населення прикордонних територій та великих міських агломерацій, розташованих поблизу кордонів інших держав[10].

Вимушена міграція – переміщення людей, викликане обставинами, що не залежать від їхньої волі. Хоча цей вид міграції не має безпосередньо економічного характеру, він суттєво впливає на ринок праці. Причинами вимушеної міграції можуть бути природні катастрофи, екологічні проблеми, політична нестабільність, воєнні конфлікти, а також порушення прав і свобод людини. Саме такі фактори спричиняють появу категорії вимушених мігрантів і біженців.

Як видно з наведеного вище, трудова міграція є складним і багатогранним явищем. Аналіз різних підходів до класифікації міграційних процесів дає змогу виокремити декілька основних критеріїв класифікації трудової міграції[11].

Залежно від типу кордонів, які перетинає мігрант, розрізняють внутрішню та зовнішню міграцію. Внутрішня міграція передбачає переміщення населення в межах однієї держави між різними регіонами чи населеними пунктами. Зовнішня міграція пов'язана з перетином державних кордонів і поділяється на міжконтинентальну та внутрішньоконтинентальну[12].

За тривалістю перебування особи на новому місці проживання або роботи міграція поділяється на постійну та тимчасову. Тимчасова міграція може бути короткостроковою (до трьох місяців) і довгостроковою (від трьох місяців до одного року). Короткострокова міграція, у свою чергу, буває регулярною та нерегулярною. До регулярної належать маятникові, прикордонні та вахтові мігранти, а до нерегулярної – сезонні та «човникові» мігранти[13].

Відповідно до волевиявлення людини виділяють добровільну та вимушену міграцію.

Причинами трудової міграції можуть бути різноманітні фактори: соціокультурні, житлово-побутові, екологічні, природно-кліматичні та інші.

За критерієм законності розрізняють легальну та нелегальну трудову міграцію. До нелегальної належать випадки незаконного перетину кордону, порушення правил реєстрації, прострочення візи або використання навчання як прикриття для трудової діяльності[14].

Залежно від рівня державного контролю трудова міграція може бути регульованою або нерегульованою[15].

За структурними характеристиками мігрантів враховуються такі ознаки, як вік, стать, етнічне походження, сімейний стан, рівень освіти, кваліфікація, час переїзду, місце народження та громадянство.

За професійним рівнем виокремлюють міграцію кваліфікованої та некваліфікованої робочої сили[16].

З економічної точки зору трудова міграція може приносити користь як регіону, з якого виїхав працівник, так і самому мігранту.

За характером організації переміщення розрізняють організовану та стихійну трудову міграцію.

За типом роботодавця виділяють трудову міграцію, де наймачем виступає фізична або юридична особа.

Основними світовими центрами тяжіння трудових ресурсів є:

- а) країни Західної Європи (Німеччина, Франція, Велика Британія, Швейцарія), які залучають працівників із Південної та Східної Європи;
- б) США, де масштаби легальної імміграції сягають близько одного мільйона осіб, а нелегальна міграція є ще більш значною;
- в) нафтовидобувні держави Перської затоки, які активно приймають працівників з Єгипту, Індії та Пакистану.

Отже, міграція, сутність якої полягає у просторовому переміщенні населення, поряд із природним приростом є одним із ключових чинників зміни

чисельності населення та трансформації соціальної структури суспільства. У сучасних умовах міграція розглядається як глобальне та універсальне явище, що займає важливе місце серед актуальних проблем сучасного світу[17].

Міграція працездатного населення є соціально-трудовим процесом, що відбувається в межах країни та проявляється у переміщенні громадян працездатного віку. Це явище має як позитивний, так і негативний вплив на соціально-економічний розвиток держави[18].

Внутрішня мобільність працездатного населення України певною мірою сприяє врівноваженню ситуації на ринку праці та забезпеченню населення робочими місцями. Однак варто зазначити, що регіони втрачають не лише некваліфікованих працівників, а й висококваліфікованих спеціалістів, що негативно позначається на їхньому розвитку[19].

До позитивних наслідків міграції можна віднести:

- зниження напруги на ринку праці та скорочення рівня офіційного і прихованого безробіття завдяки виїзду частини населення за кордон у пошуках роботи. Це особливо актуально за умов дисбалансу між попитом і пропозицією робочої сили, недосконалості механізмів працевлаштування молоді та зростання безробіття;
- покращення матеріального становища сімей, члени яких працюють за кордоном, а також позитивний вплив на економічний розвиток регіонів через надходження іноземної валюти у вигляді грошових переказів трудових мігрантів, які фактично виступають джерелом інвестицій;
- створення можливостей для самореалізації та професійного розвитку активної частини населення.

Вплив грошових переказів мігрантів на економіку України є досить значним і в багатьох випадках перевищує ефект від прямих іноземних інвестицій. Такі фінансові надходження сприяють підтримці економіки держави, адже кошти, які надсилають трудові мігранти, активно використовуються всередині країни. Основними передумовами масштабних міжнародних переказів є значний

рівень трудової міграції та активне підтримання транскордонних зв'язків між мігрантами та їхніми родинами[20].

До негативних наслідків трудової міграції можна віднести низку важливих соціально-економічних проблем. Насамперед відбувається втрата найбільш конкурентоспроможної частини трудових ресурсів держави, зокрема науковців, кваліфікованих і досвідчених спеціалістів. Це негативно впливає на розвиток науки й техніки та може спричиняти уповільнення науково-технічного прогресу.

Суттєвою проблемою також є втрата професійної кваліфікації трудових мігрантів, оскільки багато осіб із високим рівнем освіти та професійної підготовки за кордоном змушені виконувати низько кваліфіковану роботу. У результаті держава фактично втрачає кошти, вкладені у підготовку спеціалістів на всіх рівнях освіти, адже створена ними додана вартість формується вже за межами країни[21].

Нелегальна трудова міграція також має негативний вплив на економіку, оскільки через відсутність офіційного працевлаштування та податкових відрахувань державний бюджет не отримує необхідних надходжень. Крім того, збільшення масштабів нелегальної міграції може стати причиною політичних та економічних претензій з боку держав-реципієнтів до України[22].

Серед соціальних наслідків трудової міграції варто виділити посилення соціальної напруги та зростання рівня злочинності, що інколи супроводжується міжнаціональними конфліктами. Тривала відсутність членів родини негативно впливає на сімейні стосунки та спричиняє появу проблеми так званих «соціальних сиріт» – дітей, які залишаються без належної батьківської уваги та виховання[23].

Окремою проблемою є повернення трудових мігрантів пенсійного віку в Україну, що створює додаткове навантаження на систему соціального забезпечення держави. Крім того, набуття мігрантами громадянства інших країн може погіршувати демографічну ситуацію в Україні через скорочення чисельності населення та працездатної частини суспільства.

Через обмеженість людських ресурсів міграційні процеси суттєво впливають на соціально-економічний розвиток як окремих регіонів, так і держави загалом. Добровільна міграція населення може позитивно позначатися на забезпеченні регіонів необхідною робочою силою та сприяти більш рівномірному розподілу кваліфікованих кадрів між різними територіями.

Водночас еміграція населення до інших країн світу переважно негативно відображається на розвитку регіонів та держави, оскільки країна втрачає не лише некваліфікованих працівників, а й висококваліфікованих спеціалістів, які є важливим ресурсом для економічного та інноваційного розвитку[24].

В основі вивчення міграційних процесів лежить діалектичний метод пізнання, сутність якого полягає у врахуванні кількісних змін об'єкта дослідження, визначенні його внутрішніх суперечностей, а також взаємозв'язків із зовнішнім середовищем. Даний підхід передбачає розгляд міграційних процесів як цілісної системи, всі елементи якої взаємопов'язані та постійно змінюються під впливом різноманітних факторів.

Для дослідження міграції використовують низку загальнонаукових методів, серед яких аналіз, синтез, індукція, дедукція, системний та статистичний методи, а також метод наукового опису, історичний, картографічний і порівняльно-географічний підходи. Метод аналізу дає можливість детально дослідити окремі складові міграційних процесів, зокрема різновиди міграції або причини, що зумовлюють переміщення населення. Це дозволяє глибше зрозуміти особливості та закономірності міграційних явищ.

Метод синтезу, навпаки, спрямований на вивчення міграційних процесів як єдиної системи у взаємозв'язку всіх її елементів. У контексті дослідження міграції він використовується для узагальнення отриманих результатів аналізу та формування комплексної оцінки міграційної ситуації. Наприклад, на основі дослідження кількості мігрантів у різних країнах Європи можна зробити висновки щодо особливостей розвитку міграційних процесів у регіоні загалом.

Важливу роль у дослідженні міграції відіграє статистичний метод, який дозволяє оцінювати масштаби міграційних потоків, їх динаміку та структуру.

Завдяки статистичним даним можна визначати тенденції зміни кількості мігрантів, рівень трудової мобільності населення, а також прогнозувати можливі наслідки міграційних процесів для окремих держав чи регіонів.

Не менш значущим є порівняльно-географічний метод, який дає змогу зіставляти особливості міграційних процесів у різних країнах та регіонах світу. Використання цього методу допомагає виявити спільні та відмінні риси міграційної політики держав, визначити основні центри тяжіння трудових ресурсів і встановити вплив соціально-економічних умов на інтенсивність міграції.

Крім того, історичний метод дозволяє простежити еволюцію міграційних процесів у різні історичні періоди, визначити основні причини та наслідки міграції в минулому і порівняти їх із сучасними тенденціями. Це сприяє кращому розумінню закономірностей розвитку міжнародної та внутрішньої міграції в умовах глобалізації.

Отже, дослідження міграційних процесів базується на комплексному використанні різних методів наукового пізнання, серед яких аналіз, синтез, індукція, дедукція, системний, статистичний та порівняльно-географічний методи. Їх поєднання забезпечує всебічне вивчення міграційних явищ, дозволяє оцінити їх сучасний стан та визначити перспективи подальшого розвитку.

1.2 Ресурси щодо вибору країни для міграції

На сьогоднішній день існує певна кількість ресурсів, за допомогою яких можна обрати країну для міграції. Зазвичай це вебсайти, на яких можна знайти необхідну для себе інформацію. Це можуть бути як урядові проєкти, тобто уряд країни розміщує інформацію для мігрантів. Також це можуть бути глобальні проєкти від різних об'єднань, до прикладу ООН, що надають інформацію для мігрантів та біженців з усього світу[25]. Розглянемо декілька прикладів.

Numbeo – це найбільша у світі база даних, що містить дані користувачів про міста та країни світу. Numbeo надає актуальну та своєчасну інформацію про

умови життя у світі, включаючи вартість життя, показники житла, охорону здоров'я, дорожній рух, злочинність та забруднення.

Numbeo – це колекція вебсторінок, що містять числові та інші деталізовані дані про міста та країни, розроблені для того, щоб кожен міг додавати або змінювати контент. Numbeo використовує знання натовпу, щоб отримати максимально достовірну інформацію. Потім Numbeo надає вам статистичний аналіз зібраних даних. Крім того, Numbeo надає своїм читачам різноманітні можливості для систематичних досліджень завдяки компіляції інформації з усього світу. На рисунку 1.1 наведена головна сторінка вебсайту. На ній користувач може переглядати інформацію про країни та вимоги для міграції.



Рисунок 1.1 – Вебресурс Numbeo

Департамент Європейської Комісії (DG HOME), який відповідає за міграцію та внутрішні справи. Робота департаменту охоплює такі сфери політики:

1) міграція та притулок – новий пакт про міграцію та притулок, запропонований у вересні 2020 року та узгоджений між Європейським парламентом і Радою у грудні 2023 року, являє собою набір правил та політик, спрямованих на створення справедливішого, ефективнішого та сталішого процесу міграції та надання притулку для Європейського Союзу;

2) внутрішня безпека – генеральний директорат з питань внутрішніх справ контролює політику внутрішньої безпеки ЄС у рамках Стратегії Безпекового союзу на 2020-2025 роки. Метою є побудова безпечнішої Європи шляхом боротьби з тероризмом та організованою злочинністю, сприяння поліцейській співпраці та підготовки до швидкого реагування на кризи. Дії в цих сферах включають суворіші правила проти незаконного обігу вогнепальної зброї та торгівлі людьми, а також перегляд законодавства щодо боротьби із сексуальним насильством над дітьми, сексуальною експлуатацією та дитячою порнографією.

3) шенген, кордони та візи – роль полягає в захисті зовнішніх кордонів ЄС та підтримці Шенгенської зони, яка є простором без внутрішніх кордонів, у якій громадяни ЄС та багато громадян країн, що не входять до ЄС (які легально перебувають у ЄС), можуть вільно пересуватися без прикордонних перевірок.

4) міжнародні справи – політика організації сприяє діалогу та співпраці з країнами, що не входять до ЄС, щоб вони могли працювати в партнерстві та вирішувати спільні виклики. Зовнішня діяльність сприяє зміцненню позицій ЄС як надійного, активного та прагматичного світового гравця, водночас забезпечуючи ефективність такої політики. Також відбувається керування фінансовими інструментами ЄС, які підтримують конкретні дії у сфері внутрішніх справ. На рисунку 1.2 наведено головну сторінку вебресурсу.



Рисунок 1.2 – Департамент Європейської комісії

UNHCR – інформація для біженців, шукачів притулку, осіб без громадянства та внутрішньо переміщених осіб. За допомогою цього ресурсу можна отримати інформацію про притулок та статус біженця, освіту, переселення, роботу та дохід, громадянство, реєстрацію, документи та інше. Також є окрема сторінка для людей з України. На рисунку 1.3 наведено головну сторінку ресурсу.

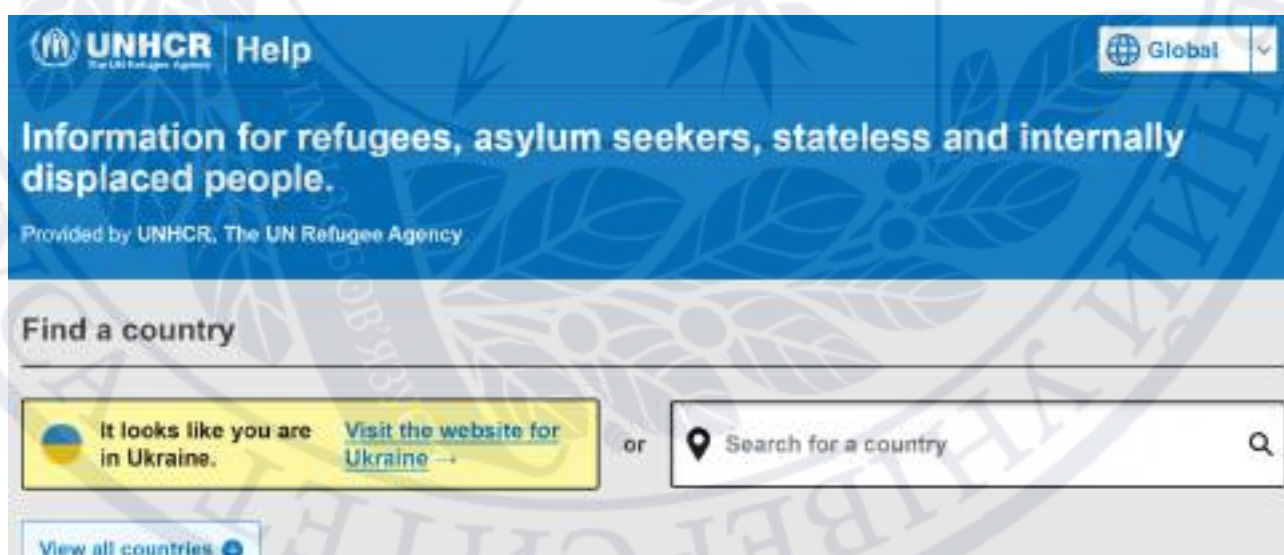


Рисунок 1.3 – UNHCR

Таблиця 1.1 – Порівняльний аналіз вебресурсів

Критерій порівняння	UNHCR	Migration and Home Affairs (ЄК)	Numbeo
Основна назва / Належність	Портал допомоги Управління Верховного комісара ООН у справах біженців (УВКБ ООН).	Офіційний сайт Департаменту міграції та внутрішніх справ Європейської Комісії.	Найбільша у світі краудсорсингова онлайн-база даних про міста та країни.
Головна мета ресурсу	Надання офіційної, перевіреної інформації про процедури притулку, права та обов'язки для біженців.	Формування та роз'яснення міграційної політики ЄС, безпеки кордонів (зокрема Шенгену) та законодавства.	Порівняння вартості життя, цін на нерухомість та загальної якості життя в різних куточках планети.
Цільова аудиторія	Біженці, шукачі притулку, особи без громадянства та внутрішньо переміщені особи (ВПО).	Громадяни ЄС та країн, що не входять до ЄС (експати, туристи, трудові мігранти), юристи, політики, держслужбовці.	Експати, мандрівники, аналітики, а також люди, які планують переїзд чи релокацію бізнесу.
Основний тип інформації	Контакти ліній допомоги, покрокові інструкції щодо набуття статусу біженця, юридичні права у понад 130 країнах.	Офіційні правила в'їзду до ЄС, функціонування Шенгенської зони (системи EES, VIS), заходи боротьби зі злочинністю.	Індекси вартості життя, ціни на продукти, транспорт, оренду, рівень безпеки/злочинності, якість медицини, екологія.
Джерело походження даних	Офіційні дані Агентства ООН у справах біженців та урядів приймаючих країн.	Офіційні інституції Європейського Союзу (Єврокомісія, Європол, прикордонні служби тощо).	Краудсорсинг (дані вносять самі користувачі сайту анонімно), частково моніторинг цін із відкритих джерел адміністрацією.
Рівень юридичної сили та надійності	Високий / Офіційний (міжнародна гуманітарна організація). Інформація є правовим орієнтиром для захисту прав.	Найвищий / Офіційний правовий (урядовий рівень ЄС). Публікуються першоджерела законів і правил.	Інформаційно-оціночний / Суб'єктивний. Дані відображають сприйняття людей і можуть містити статистичні похибки.
Географічне охоплення	Глобальне (понад 130 країн світу, де діють програми ООН).	Обмежене переважно країнами Європейського Союзу та Шенгенської зони (плюс міжнародне партнерство).	Глобальне (охоплює тисячі міст і сотні країн по всьому світу).

Критерій порівняння	UNHCR	Migration and Home Affairs (ЄК)	Numbeo
Можливість взаємодії / Інтерактивність	Пошук локальних контактів допомоги за країнами, форми зворотного зв'язку.	Доступ до офіційних баз даних, завантаження текстів директив та законів ЄС.	Калькулятори порівняння двох міст, можливість самостійно внести ціни, участь в опитуваннях.

Порівняльний аналіз трьох зазначених вебресурсів дозволяє оцінити їхнє призначення, цільову аудиторію, джерела даних та специфіку інформації, яку вони надають. Попри те, що всі вони певною мірою стосуються міжнародного контексту та умов проживання чи перебування в різних країнах, їхні завдання кардинально відрізняються.

help.unhcr.org – це критично важливий гуманітарний інструмент. Його слід використовувати, якщо людині потрібен міжнародний захист, вона тікає від війни чи переслідувань і шукає легальні шляхи реєстрації як біженець.

home-affairs.ec.europa.eu – це офіційний правовий та безпековий портал. Він незамінний для розуміння офіційних правил перетину кордонів ЄС, отримання віз, легальної трудової міграції чи правил безпеки всередині Шенгену.

numbeo.com – це побутовий та економічний довідник. Він ідеально підходить для фінансового планування життя після переїзду (скільки коштує оренда, їжа, яка ситуація зі злочинністю за відгуками мешканців), але його дані не є офіційною державною статистикою.

1.3 Постановка задачі

У сучасних умовах зростання масштабів міжнародної міграції українські громадяни стикаються з необхідністю вибору країни для тимчасового або постійного проживання, працевлаштування чи навчання. Прийняття такого рішення ускладнюється великою кількістю факторів, серед яких рівень заробітної плати, умови праці, рівень безпеки, соціальний захист, вартість життя, мовне середовище, доступність медичних та освітніх послуг, міграційна політика держави та інші критерії. Аналіз зазначених факторів вручну є складним і

потребує значних часових витрат, що обумовлює необхідність створення автоматизованої інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень.

Постановка задачі кваліфікаційної (бакалаврської) роботи полягає у розробці інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для вибору оптимальної країни перебування українських мігрантів на основі аналізу соціально-економічних, правових та демографічних показників.

Основним завданням роботи є створення системи, яка забезпечуватиме збір, обробку та аналіз даних про потенційні країни перебування, а також формування списку країн для міграції користувача відповідно до його індивідуальних потреб і пріоритетів. Для цього необхідно реалізувати механізми багатокритеріального аналізу, оцінювання альтернатив та ранжування країн за визначеними показниками. Будуть проаналізовані всі варіанти для міграції та обрані ті, що найточніше відповідають запитам користувача.

Інтелектуальна система повинна враховувати персональні параметри користувача, такі як професія, рівень освіти, знання іноземних мов, сімейний стан, фінансові можливості та мету міграції. На основі введених даних система має визначати найбільш придатні країни для перебування та надавати обґрунтовані рекомендації щодо вибору оптимального варіанта. Інформація про країни береться із відкритих джерел (API) або вноситься в систему адміністратором.

Результатом виконання бакалаврської роботи має стати програмна система підтримки прийняття рішень, здатна підвищити ефективність вибору країни перебування українських мігрантів шляхом автоматизації аналізу великого обсягу інформації та застосування інтелектуальних методів обробки даних.

1.4 Вибір інструментів для розробки

Інтелектуальна інформаційна система розроблена у вигляді десктопного застосунку на мові програмування Java з використанням бази даних MS SQL Server.

Мова програмування Java



Рисунок 1.4 – Логотип Java

Java – це популярна об’єктно-орієнтована мова програмування загального призначення, випущена у 1995 році компанією Sun Microsystems. Вона відома своєю універсальністю, що дозволяє запускати один і той самий код на будь-якій операційній системі без переписування завдяки концепції «напиши один раз, запускай де завгодно».

Основні сфери застосування Java включають:

1. Мобільна розробка – є однією з двох базових мов для створення застосунків під Android.
2. Серверні та бізнес-додатки (Back-End) – створення великих корпоративних систем, фінансових/банківських платформ та хмарних сервісів.
3. Інтернет речей (IoT) – програмування вбудованої електроніки та побутової техніки.

Ключові переваги мови:

1. Кросплатформенність – завдяки віртуальній машині JVM (Java Virtual Machine) код працює на Windows, macOS або Linux.
2. Масштабованість – легко справляється з великими обсягами даних та високими навантаженнями.
3. Екосистема – має потужні інструменти та величезну кількість готових бібліотек.

Екосистема Java нараховує десятки фреймворків. Їх обирають залежно від типу проєкту: для створення корпоративних серверних додатків, зручної розробки інтерфейсів, тестування чи роботи з базами даних.

Класифікація найпопулярніших інструментів:

1. Веб-розробка та Enterprise (Backend) Spring Boot. Безумовний лідер. Дозволяє швидко створювати готові до запуску вебдодатки з мінімальним налаштуванням. Spring Framework – потужний фундамент для корпоративних застосунків, що базується на впровадженні залежностей (Dependency Injection). Jakarta EE (раніше Java EE) – офіційний набір стандартів та специфікацій від Oracle для створення складних та масштабованих корпоративних систем. Micronaut – сучасний фреймворк, оптимізований для мікросервісів та хмарних середовищ (Serverless), який відрізняється дуже низьким споживанням пам'яті. Quarkus – фреймворк для Kubernetes, оптимізований для GraalVM, який забезпечує надшвидкий старт додатків.

2. Робота з базами даних (ORM) Hibernate – найвідоміший фреймворк для об'єктно-реляційного відображення (ORM). Позбавляє від необхідності писати складний код для взаємодії з БД. MyBatis – популярна альтернатива Hibernate, яка дозволяє розробнику самостійно контролювати SQL-запити. Spring Data – частина екосистеми Spring, яка значно спрощує роботу з базами даних.

3. Тестування (Testing) JUnit – стандартний фреймворк для написання модульних тестів (Unit-тестів). Mockito – інструмент для створення mock-об'єктів (об'єктів-заглушок), що дозволяє ізольовано тестувати окремі частини коду. Selenium – головний фреймворк для автоматизації браузерів та тестування веб-інтерфейсів. Serenity BDD – фреймворк, який спрощує створення та підтримку автоматизованих прийомочних тестів.

4. Інтерфейс (Desktop / Web UI) JavaFX – сучасна платформа для створення настільних (Desktop) додатків із графічним інтерфейсом. Swing – старіший, але все ще популярний інструментарій для створення віконних інтерфейсів.

СУБД MS SQL Server

Microsoft SQL Server – це потужна система управління реляційними базами даних (СУБД). Вона слугує надійною платформою для безпечного зберігання, обробки, аналізу та отримання великих обсягів інформації, які використовуються різноманітними додатками та корпоративними системами.



Рисунок 1.5 – СУБД MS SQL Server

Основні складові та принципи роботи SQL Server:

Реляційна структура – дані зберігаються у вигляді таблиць зі стовпчиками та рядками (як в Excel, але значно складніших), які логічно пов'язані між собою.

Мова T-SQL – для взаємодії з сервером використовується власна розширена версія мови SQL – Transact-SQL, яка дозволяє створювати запити, фільтрувати, додавати та змінювати інформацію.

Екосистема Microsoft – SQL Server глибоко інтегрований з іншими сервісами Microsoft та хмарною платформою Azure, що забезпечує легке масштабування.

Широкий функціонал – окрім таблиць, база даних містить індекси (для швидкого пошуку), збережені процедури (скрипти обробки даних), тригери та функції.

Масштабованість – база даних може успішно працювати як локально на комп'ютері розробника, так і на потужних корпоративних серверах підприємства. Офіційна сторінка продукту доступна на Microsoft SQL Server, де можна ознайомитися з редакціями та завантажити інсталяційні файли.

Реляційна база даних – це спосіб організації інформації у вигляді взаємопов’язаних двовимірних таблиць. Дані в ній зберігаються у вигляді рядків (записів) та стовпців (характеристик), а для керування ними найчастіше використовується мова запитів SQL. Це найпопулярніший формат зберігання даних у світі. Вся інформація розбита на окремі таблиці (як аркуші в Excel), кожна з яких описує певну сутність – наприклад, «Клієнти», «Товари» або «Замовлення». Рядки (Кортежі) – це конкретні об’єкти (один клієнт або один товар). Стовпці (Атрибути) – це властивості об’єкта (ім’я, ціна, дата народження). Зв’язки (Реляції) – таблиці пов’язані між собою через ключі. Наприклад, у таблиці «Замовлення» є стовпець ID_Клієнта, який вказує на конкретний рядок у таблиці «Клієнти».

Головні переваги:

1. Зрозумілість – таблична структура інтуїтивно зрозуміла навіть новачкам.
2. Відсутність дублювання – завдяки зв’язкам, інформацію не потрібно копіювати (нормалізація даних).
3. Гнучкість – можливість швидко знаходити, фільтрувати та об’єднувати дані з різних таблиць під будь-які потреби бізнесу.
4. Реляційні бази даних застосовуються всюди, де потрібна висока точність та структурованість. Їх використовують банки та фінанси (облік рахунків, переказів), інтернет-магазини (каталоги товарів, кошики, замовлення), медицина (історії хвороб, розклади).

Для роботи з такими базами даних використовують спеціальне програмне забезпечення – реляційні СУБД (Системи управління базами даних). Найвідоміші з них: MySQL, PostgreSQL, Microsoft SQL Server, Oracle Database, SQLite.

Висновок до першого розділу

В першому розділі було розглянуто поняття процесу міграції, її види та причини, що призводять до неї. Сформульовано постановку задачі та наведено інформацію про аналогічні ресурси, що дають допомогу мігрантам під час

пошуку країни для переїзду. Також описані інструменти, що будуть використовуватися під час розробки системи.



РОЗДІЛ 2

РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень

Інтелектуальна система підтримки прийняття рішень (ІСППР) це автоматизована комп'ютерна система, яка об'єднує методи штучного інтелекту, бази даних та бази знань для аналізу складних і недостатньо структурованих задач. Її основне призначення полягає у допомозі людині – керівнику, аналітику чи експерту – у прийнятті обґрунтованих управлінських рішень, прогнозуванні можливих результатів та моделюванні різних варіантів дій[26].

Однією з головних особливостей ІСППР є її інтелектуальність, що забезпечується використанням методів штучного інтелекту, зокрема експертних систем, нейронних мереж і нечіткої логіки. Завдяки цьому система здатна здійснювати аналіз даних, виявляти закономірності та формувати логічні висновки[27].

Важливою характеристикою таких систем є те, що вони не замінюють людину у процесі прийняття рішень, а лише надають необхідну аналітичну підтримку, рекомендації та можливі альтернативи для вибору найбільш ефективного рішення.

До основних складових ІСППР належать база даних, яка містить необхідну інформацію, база моделей із математичними методами обробки даних, а також база знань, де зберігаються правила, алгоритми та досвід експертів у відповідній предметній області[28].

Ще однією важливою властивістю системи є інтерактивність, що дозволяє користувачу легко взаємодіяти з нею, формувати запити та отримувати результати у зручному й зрозумілому вигляді.

Основною метою впровадження ІСППР є підвищення ефективності та якості управлінських рішень, особливо в умовах невизначеності, нестачі інформації або складності проблеми. Такі системи широко застосовуються у сфері управління підприємствами, фінансовому аналізі, медицині, логістиці,

наукових дослідженнях та інших галузях, де необхідне проведення комплексного аналізу великих обсягів даних[29].

Система підтримки прийняття рішень (СППР) (англ. Decision Support System – DSS) – інтерактивна комп'ютерна автоматизована система (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримки різних видів діяльності людини при прийнятті рішень стосовно розв'язання структурованих або неструктурованих проблем. Застосування СППР забезпечує виконання ґрунтовного та об'єктивного аналізу предметної області при прийнятті рішень в складних умовах.

Таким чином, СППР шляхом збору та аналізу великої кількості інформації може впливати на процес прийняття управлінських рішень в бізнесі та підприємстві[30].

Сучасні системи підтримки прийняття рішень виникли у результаті злиття управлінських інформаційних систем і систем управління базами даних, як системи, що максимально пристосовані до розв'язування задач щоденної управлінської діяльності, і є інструментом, щоб надати допомогу тим, хто вирішує (робить вибір). За допомогою СППР може проводитись вибір рішень у певних неструктурованих і слабо структурованих задачах, у тому числі й тих, що мають багато критеріїв.

СППР, як правило, узагальнюють результати досліджень з кількох дисциплін, та включають у себе елементи теорії баз даних, штучного інтелекту, інтерактивних комп'ютерних систем, методів імітаційного моделювання.

Задачі прийняття рішень постійно виникають і розв'язуються в природі, у світі що нас оточує – в біологічних, екологічних, соціальних і економічних системах, різноманітних процесах та явищах, наприклад, у процесах функціонування живих організмів та їх колоній, проявах споживчих уподобань, природних катаклізмах тощо[31].

Рішенням вважається обґрунтований набір дій з боку особи, що приймає рішення (ОПР), спрямованих на об'єкт чи систему управління, який надає можливість привести даний об'єкт чи систему до бажаного стану або досягнути

поставленої мети. Рішення є одним із видів розумової діяльності і проявом волі людини. Характерними ознаками рішення є:

- можливість вибору з набору альтернативних варіантів – за відсутності альтернатив, відсутній і вибір, отже, відсутнє й рішення;
- наявність мети – безцільний вибір не розглядається як рішення;
- необхідність вольового акту ОНР при виборі рішення, тому що вона формує рішення при боротьбі мотивів і думок.

За існуючими розробками можна виконати класифікацію рішень.

Прийняття рішення – це процес вибору найбільш преференційного рішення з множини допустимих рішень або упорядкування множини рішень. Прийняття рішень можливе на підставі знань про об'єкт управління, процеси, що в ньому відбуваються і можуть відбутися з перебігом часу, а також за наявності множини показників, що характеризують ефективність та якість прийнятого рішення. Тобто необхідні адекватна модель об'єкту і модель прийняття та оцінювання прийнятого рішення. Під моделлю прийняття рішень мається на увазі формальне подання поставленої задачі та процесу прийняття рішень[32].

Принципи комп'ютерної підтримки прийняття рішень

Сучасні задачі управління мають принаймні наступні характерні риси:

- складність (завдяки великій кількості факторів, що впливають на систему управління і великій розмірності самих задач);
- зростаючий динамізм;
- відповідальність особи, що приймає рішення (ОНР), за наслідки не вірно прийнятого рішення (у сучасних умовах воно може бути фатальним).

В даних умовах на допомогу управлінню приходять інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень (ІСППР).

ІСППР призначені для надання допомоги керівнику в рішенні управлінських задач шляхом підсилення його інтелектуальних можливостей. На рис. 2.1 представлено загальну структуру ІСППР.



Рисунок 2.1 – Загальна структура ІСППР

В ній інтерфейс користувача призначений для забезпечення зручного «спілкування» з системою (формування ситуацій і отримання рекомендацій в відповідній формі)[33].

Підсистема аналізу проблем призначена для класифікації проблем, аналізу можливості застосування того чи іншого програмного продукту для прийняття рішення по ній.

У відповідності з цим на даних рівнях домінують наступні види проблем: неструктуровані, слабо структуровані, структуровані. Їм відповідають певні методи вирішення цих проблем.

Підсистема прийняття рішень призначена для виробки рекомендацій (альтернатив) для прийняття рішень ОПР[34].

База даних, база знань і база моделей – інформаційна основа для роботи підсистеми прийняття рішень. В базі даних зберігається необхідна інформація. База знань формується адміністратором системи або шляхом інтеграції через

відкриті API. В базі моделей містяться методи що використовуються під час пошуку необхідного результату [35].

На відміну від ЕС основною задачею ІСППР є розробка рекомендацій (альтернатив) щодо прийняття рішень ОПР по проблемах, по яких відсутні експерти (тому неможливо побудувати ЕС в даній предметній області). До таких проблем можна віднести проблеми раціонального вибору в унікальних ситуаціях, які мають наступні характерні риси:

- унікальність, неповторність ситуацій вибору;
- складний для оцінки характер альтернатив, що розглядаються;
- недостатня визначеність наслідків приймаємих рішень;
- наявність сукупності різнорідних факторів, що слід прийняти до уваги;
- наявність ОПР або групи ОПР.

До основних принципів комп'ютерної підтримки прийняття рішень можна віднести:

- орієнтація на предметну область рішення задачі (неструктурована, слабо структурована, структурована);
- інтерактивний (діалоговий) режим роботи;
- орієнтація на обробку даних і знань;
- розвинутий (інтелектуальний) інтерфейс;
- рекомендаційний характер рішень; багатоваріантність рішень, що пропонуються;
- відповідальність ОПР за прийняте рішення;
- принципова відкритість системи (можливість поповнення і модифікування баз даних, знань і моделей).

Етапи процесу прийняття рішення

Будь-який процес прийняття рішення здійснюється в декілька основних етапів.

Етап постановки задачі. Складається з фаз аналізу та діагностики проблеми і визначення цілей рішення. На цьому етапі відбувається виявлення та опис

проблемної ситуації, збір релевантної інформації і даних; визначаються цілі рішення, яке має бути прийняте, що дозволяє задати напрям пошуку рішень і видалити ті, котрі не відповідають цілям.

Етап формування рішень. Складається з фаз формулювання обмежень і критеріїв прийняття рішень та визначення альтернатив рішення. На даному етапі відбувається визначення обмежень, що дозволяють відокремити прийнятні варіанти від неприйнятних, та критеріїв, які сприяють вибору кращих з придатних варіантів рішення. Потім здійснюється формування множини допустимих альтернатив, яке полягає у пошуку та розробці альтернативних варіантів рішення[36].

Етап вибору рішення. Складається з фаз оцінки альтернатив та остаточного вибору рішення. На даному заключному етапі відбувається оцінка варіантів з множини допустимих альтернатив за обраними критеріями та подальший остаточний вибір рішення. Цінність альтернативних варіантів звичайно не однакова, але за умов неявної переваги одного варіанту перед іншим можуть виникати певні складності[37].

Процес прийняття рішення складається з таких кроків:

- визначення цілей, критеріїв оптимальності, критеріїв добору «кандидатів» на отримання ресурсів;
- формування множини допустимих альтернатив;
- вибір методів розв'язання задачі;
- порівняння та упорядкування множини альтернатив за обраними критеріями;
- добір кращих варіантів за критерієм оптимальності та вибір рішення.

Часто в процесі прийняття рішень ОПР припускаються помилок. До найбільш поширених належать такі:

- прийняте так зване однобічне рішення;
- відсутній системний підхід при прийнятті рішення;
- під час вибору варіантів перевага надана «звичній» альтернативі;

- розглядалися лише позитивні варіанти, можливий ризик не було враховано;
- прийняте рішення було зумовлене емоціями;
- рішення прийнято імпульсивно;
- при прийнятті рішення припустились поспішності;
- при прийнятті рішення керувалися припущеннями, прихованими бажаннями і хибними передумовами, а не достовірною суб'єктивною інформацією;
- невірно витлумачені наявні факти;
- неактуальність рішення: рішення було невірно або невчасно реалізоване (на жаль, нерідка ситуація в українській економіці).

Класифікація СППР

На сьогодні не існує єдиної загальної класифікації СППР. Тому можна виділити деякі основні поділи СППР на види за різними характеристиками[38].

На рівні користувача виділяють такі види СППР [39]:

- активна – може зробити пропозицію, яке рішення варто вибрати;
- пасивна – допомагає у процесі ухвалення рішення, але не може внести пропозицію, яке рішення прийняти;
- кооперативні – дозволяє ЛПР змінювати, поповнювати або поліпшувати рішення, пропоновані системою, посилаючи потім ці зміни в систему для перевірки.

На технічному рівні розрізняють такі СППР:

- СППР рівня підприємства – підключена до великих сховищ даних і обслуговує багатьох менеджерів підприємства;
- персональна настільна СППР – мала система, що обслуговує лише один комп'ютер користувача.

На концептуальному рівні відрізняють такі типи СППР:

- керована повідомленнями (Communication-Driven DSS) – підтримує групу користувачів, що працюють над виконанням загальної задачі;

- керована даними (Data-Driven DSS, Data-oriented DSS) – в основному орієнтується на доступ і маніпуляції з даними;
- керована документами (Document-Driven DSS) – здійснює пошук і маніпулювання неструктурованою інформацією, заданої в різних форматах;
- керована знаннями (Knowledge-Driven DSS) – забезпечує рішення задач у виді фактів, правил, процедур;
- керована моделями (Model-Driven DSS) – забезпечує доступ і маніпуляції з математичними моделями (статистичними, фінансовими, оптимізаційними, імітаційними).

Відзначимо, що деякі OLAP-системи, які дозволяють здійснювати складний аналіз даних, можуть бути віднесені до так званих гібридних СППР, що забезпечують моделювання, пошук і обробку даних та відповідають властивостям декількох видів СППР.

В залежності від типів даних, з якими ці системи працюють, СППР умовно можна розділити на:

- оперативні;
- стратегічні.

Оперативні СППР призначені для негайного реагування на зміни поточної ситуації в керуванні фінансово-господарськими процесами компанії, об'єднання, галузі чи держави.

Такі СППР називають Виконавчі Інформаційні Системи (Executive Information Systems). За суттю, вони представляють собою кінцеві множини звітів, побудовані на підставі даних із транзакційної інформаційної системи оперативного обліку підприємства.

Вони забезпечують адекватне відображення в режимі реального часу основних аспектів виробничої і фінансової діяльності підприємства. Для таких СППР характерні такі риси:

- звіти ґрунтуються на стандартних для організації запитах, кількість яких відносно невелика;
- СППР представляє звіти в максимально зручному виді, що включає поряд з таблицями, ділову графіку, мультимедійні можливості і т. п.;
- СППР зазвичай орієнтовані на конкретну сферу, наприклад, фінанси, маркетинг, керування ресурсами.

Стратегічні СППР орієнтовані на аналіз значних обсягів різнорідної інформації, що збираються з різних джерел. Найважливішою метою цих СППР є пошук найбільш раціональних варіантів розвитку бізнесу компанії із урахуванням впливу різних факторів, таких як кон'юнктура цільових для компанії ринків, зміни фінансових ринків і ринків капіталів, зміни у законодавстві і т. ін.

Такі СППР припускають достатньо глибоке перетворення даних, спеціально перетворених таким чином, щоб їх було зручно використовувати у процесі прийняття рішень. Невід'ємним компонентом СППР цього виду є правила прийняття рішень, які на основі агрегованих даних дають можливість менеджерам компанії обґрунтовувати свої рішення, використовувати фактори стійкого росту бізнесу компанії і знижувати ризики. Стратегічні СППР будуються на принципах багатовимірного представлення та аналізу даних (OLAP).

2.2 Використання методів підтримки прийняття рішень під час розробки системи

Використання методів підтримки прийняття рішень (DSS/MDCM) покладено в основу під час розробки інтелектуальної системи. За допомогою них проводиться аналіз країн та потреб користувача і формується необхідний список країн для міграції. Нижче наведено концептуальну структуру того, як саме процес прийняття рішень інтегрується в таку систему, розбиту за архітектурними рівнями.

1. Рівень збору та обробки даних (Data Mining & NLP)

Країни постійно змінюють правила прийому мігрантів, оновлюють програми допомоги, змінюються також ціни та ринок праці. Системі потрібні актуальні дані, які необхідно збирати та структурувати.

2. Рівень інтелектуального аналізу та прийняття рішень (Decision Engine)

Це «мозок» системи. Тут сирі дані перетворюються на персоналізовану інформацію. Оскільки вибір країни залежить від багатьох факторів (безпека, мова, фінанси, соціум), використовується класичний інтелектуальний метод аналізу ієрархій (АНР – Analytic Hierarchy Process) – дозволяє користувачеві попарно порівняти критерії [40]. Цей метод є класичним методом для прийняття рішень на основі обраних критеріїв користувача.

Етапи методу аналізу ієрархій

1. Побудова ієрархії. На вершині (рівень 1) знаходиться головна мета (наприклад, «Вибір найкращої країни»). На середніх рівнях (рівень 2, 3 тощо) розміщуються критерії та підкритерії, за якими оцінюється мета (наприклад, «Рівень заробітної плати», «Рівень володіння мовою» тощо). На нижньому рівні розташовуються самі альтернативи (наприклад, Країна А, Країна Б, Країна В).

2. Парні порівняння. Для кожного рівня створюється матриця парних порівнянь. Експерт (або особа, що приймає рішення) порівнює елементи між собою (елемент А проти елемента Б) за шкалою від 1 до 9, де:

- 1 – рівна важливість;
- 3 – помірна перевага одного над іншим;
- 5 – істотна перевага;
- 7 – значна, дуже сильна перевага;
- 9 – абсолютна перевага;
- 2, 4, 6, 8 – проміжні оцінки.

3. Розрахунок ваг та пріоритетів. За допомогою математичних розрахунків (знаходження головного власного вектора матриці) вираховують числові ваги для критеріїв. Це показує, наскільки важливим є кожен критерій. Аналогічно оцінюються альтернативи відносно кожного з критеріїв.

Таблиця 2.1 – Приклад матриці попарних порівнянь об'єктів А, Б, С, Д.

	А	Б	С	Д
А	1	5	6	7
Б	1/5	1	4	6
С	1/6	1/4	1	4
Д	1/7	1/6	1/4	1

Матриця попарних порівнянь є обернено-симетричною, тобто якщо в позиції (клітинки матриці) з номерами ij розташоване значення p_{ij} , то в клітинці матриці з номером ji має розташовуватися зворотна величина, рівна $1/p_{ij}$.

Матриця порівняння формується шляхом порівняння об'єкта, що розташований у рядку, відносно об'єкта, що розташований у стовпці. Тобто, для значень, що записані у табл. 2.1, об'єкт А значно важливіший за об'єкт Б, відповідно значення клітинки таблиці парних порівнянь 1-го рядку і 2-го стовпчика дорівнює 5. При порівнянні елемента з собою маємо рівну значущість, так що на перетині рядка А зі стовпчиком А в позиції (А,А) заносимо 1. Заносимо відповідні зворотні величини: 1, 1/3 і т.д. на перетинах стовпчика А і рядка Б і так по кожному критерію.

Обчислення вектора пріоритетів за матрицею попарних порівнянь у математичних термінах – це обчислення головного власного вектора, який після нормалізації стає вектором пріоритетів.

Для отримання оцінки значення головного власного вектора використовується методи, який називається «суми за рядками»: підсумовуються елементи кожного рядку і нормалізуються розподілом кожної суми на суму всіх елементів.. сума отриманих результатів буде дорівнювати одиниці. Перший елемент результуючого вектора буде пріоритетом першого об'єкта, другий – другого і т.д.

4. Перевірка на узгодженість. Визначається індекс узгодженості (ІУ). Це робиться для того, щоб уникнути логічних помилок. Наприклад, якщо критерій

А важливіший за Б, а Б важливіший за В, то А обов'язково має бути важливішим за В. Допустима межа помилки зазвичай становить до 10%.

5. Синтез пріоритетів. Усі локальні пріоритети перемножуються з урахуванням ваги критеріїв і додаються до купи для кожної альтернативи. У результаті отримують глобальний рейтинг альтернатив. Варіант з найбільшим числом – найкращий.

Головні переваги МАІ. Дозволяє оцінювати як кількісні (вартість у цифрах), так і якісні (комфорт, дизайн) критерії. Допомогає уникнути інтуїтивних рішень на користь обґрунтованих, математично вивірених даних. Запобігає суб'єктивності завдяки процедурі перевірки узгодженості оцінок.

2.3 UML-діаграми розроблюваної системи

На наступному рисунку наведено UML-діаграму станів та переходів, на якій показано функціонування розроблюваної інтелектуальної системи.



Рисунок 2.2 – UML-діаграма станів та переходів

Система функціонує в такий спосіб:

- користувач авторизується в ній та вводить персональну інформацію про себе та свої вимоги до країни;
- в систему завантажуються дані про країни за показниками безпеки, економічними, соціальними, правовими і т.д.;
- система аналізує список країн з критеріями, що ввів користувач;
- формується список рекомендацій з переліком країн, що найбільше відповідають вимогам користувача;
- користувач переглядає список і може прийняти рішення про вибір країни або відбувається коригування критеріїв та заново виконується пошук.

Користувач може із системи вивантажити список з країнами. Вони будуть ранжовані в порядку спадання від найбільш підходящих до найменш.

Інформацію про країни може вводити адміністратор системи або вона завантажуватиметься через відкриті API.

UML-діаграмою станів та переходів описано принцип роботи розроблюваної системи. Вона працює чітко та коректно. Розроблено мінімально необхідний функціонал, що задовольняє вимогам поставленої задачі. Під час масштабування системи можливе додавання нового функціоналу. Відповідно зміниться і сама UML-діаграма.

На рисунку 2.3 наведено UML-діаграму об'єктів, з яких складається система. До об'єктів відноситься користувач, критерії оцінювання, модель, країна, рейтинг, джерела даних, система. За її допомогою можна переглянути як функціонують об'єкти між собою у системі. Кожен об'єкт має свою назву та властивості. Показано взаємодію об'єктів між собою на різних етапах. Система використовує метод аналізу ієрархій у своїй роботі та розміщує країни в певній послідовності в залежності від запиту користувача. На діаграмі це показано в об'єкті «Позиція в рейтингу».

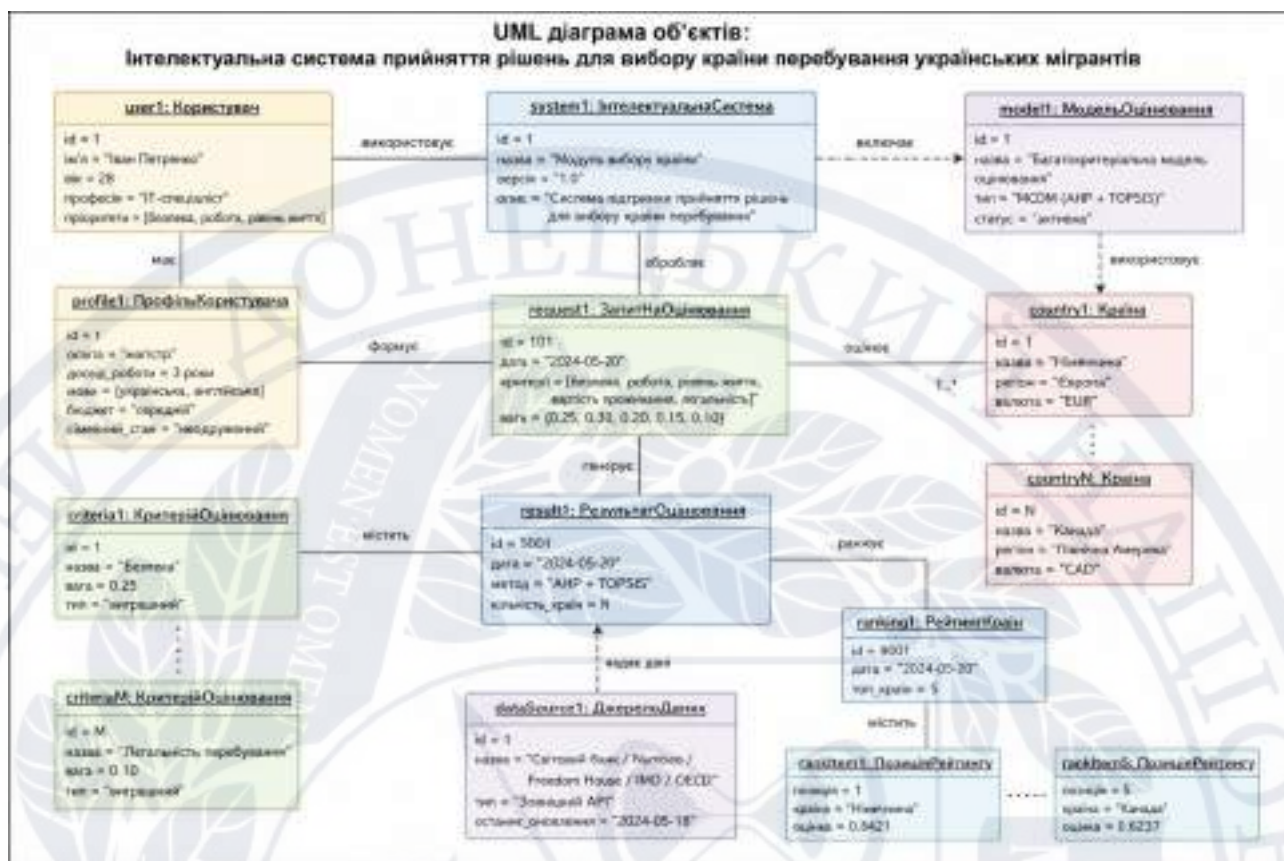


Рисунок 2.3 – UML-діаграма об'єктів системи

Висновок до другого розділу

В цьому розділі описано теоретичні відомості про інтелектуальні системи прийняття рішень. Наведено UML-діаграми функціонування та об'єктів розроблюваної системи. За допомогою цих діаграм можна переглянути як працює система та яку інформацію використовує. Система використовує метод аналізу ієрархій, за допомогою якого відбувається порівняння країн для міграції та формується цей список за пріоритетами користувача.

В наступному розділі буде описано практичну розробку системи.

РОЗДІЛ 3

ПРАКТИЧНА РОЗРОБКА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

3.1 Розробка бази даних системи

База даних розроблена в середовищі MS SQL Server. Вона містить 6 таблиць. На рис. 3.1 наведена схема бази даних.

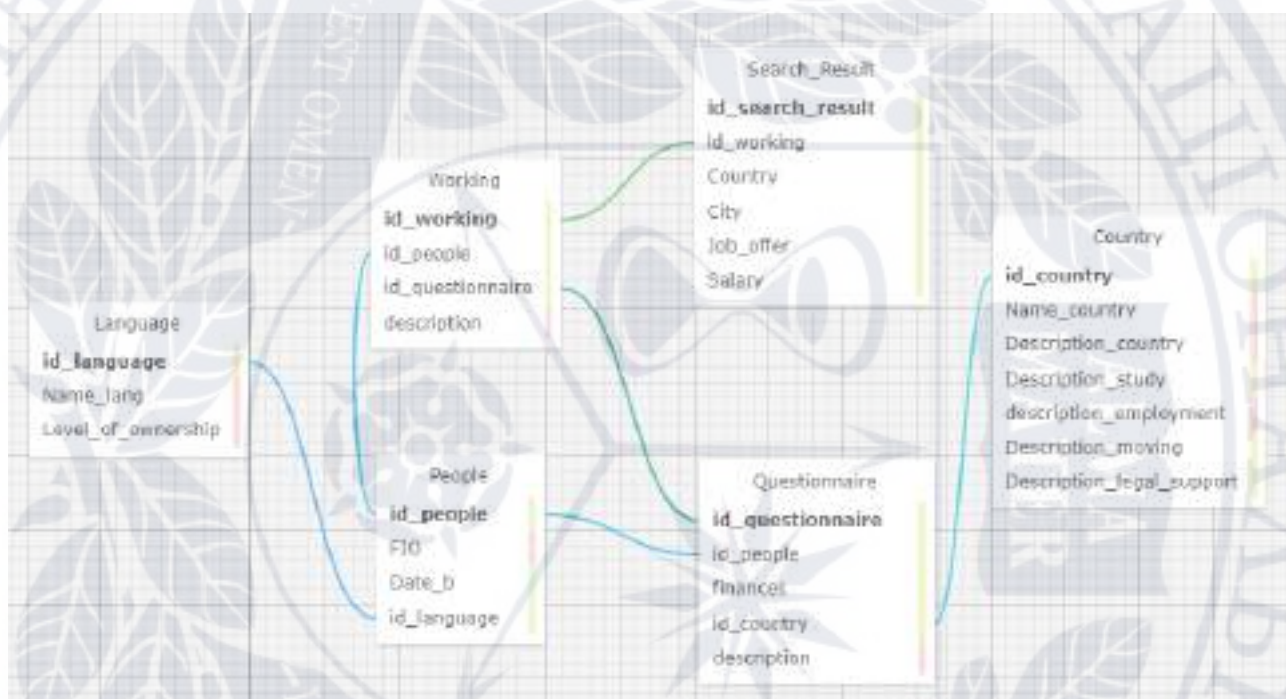


Рисунок 3.1 – Схема бази даних

База даних складається з таких таблиць.

Таблиця People зберігає інформацію про людину, містить поля:

- id_people – первинний ключ таблиці;
- FIO – прізвище, ім'я та по батькові людини;
- Date_b – дата народження;
- id_language – зовнішній ключ, який пов'язаний з іншою таблицею.

Таблиця Language зберігає інформацію про рівень володіння іноземною мовою, містить поля:

- id_language – первинний ключ таблиці;
- Name_lang – назва мови, якою володіє людина;
- Level_of_ownership – рівень володіння цією мовою.

Таблиця Country зберігає інформацію про країну для переїзду, містить поля:

- id_country – первинний ключ таблиці;
- Name_country – назва країни;
- Description_country – інформація про країну;
- Description_study – інформація про навчання в країні;
- Description_employment – інформація про працевлаштування в країні;
- Description_moving – інформація про переїзд в країну;
- Description_legal_support – інформація про правову допомогу в країні.

Таблиця Search_Result зберігає інформацію про результати пошуку країни для переїзду на основі введених параметрів людини, містить поля:

- id_search_result – первинний ключ таблиці;
- id_working – зовнішній ключ, який пов'язаний з іншою таблицею;
- Country – назва країни;
- City – назва міста в цій країні;
- Job_offer – пропозиція щодо працевлаштування;
- Salary – рівень заробітної плати.

Таблиця Working зберігає інформацію про пошук вакансії для людини, містить поля:

- id_working – первинний ключ;
- id_people – зовнішній ключ, який пов'язаний з іншою таблицею;
- id_questionnaire – зовнішній ключ, який пов'язаний з іншою таблицею;
- description – опис інформації про вакансію.

Таблиця Questionnaire зберігає інформацію про анкету людини, яку він заповнює під час реєстрації в системі, містить поля:

- id_questionnaire – первинний ключ;

- id_people – зовнішній ключ, який пов’язаний з іншою таблицею;
- finances – рівень фінансів;
- id_country – зовнішній ключ, який пов’язаний з іншою таблицею;
- description – опис інформації.

3.2 Розробка інтерфейсу системи

Інтелектуальна система розроблена з використанням мови програмування Java. Для її реалізації було спроектовано необхідну кількість екранів системи, що виконують поставлені задачі. Основний програмний код наведено в Додатку А.

Наведемо декілька лістингів коду. На лістингу 3.1 наведено програмний код, що описує країни за ключовими критеріями для мігрантів. В цьому класі зберігається інформація про країну (її опис).

Лістинг 3.1 – Створення класу Country

```
package dss.model;

public class Country {
    private String name;
    private double costOfLiving;
    private double AverageSalary;
    private double safetyIndex;
    private double languageSimplicity;
    private double socialSupport;

    public Country(String name, double costOfLiving, double averageSalary,
        double safetyIndex, double languageSimplicity, double socialSupport) {
        this.name = name;
        this.costOfLiving = costOfLiving;
        this.averageSalary = averageSalary;
        this.safetyIndex = safetyIndex;
        this.languageSimplicity = languageSimplicity;
        this.socialSupport = socialSupport;}
}
```

```

public String getName() { return name; }
public double getCostOfLiving() { return costOfLiving; }
public double getAverageSalary() { return averageSalary; }
public double getSafetyIndex() { return safetyIndex; }
public double getLanguageSimplicity() { return languageSimplicity; }
public double getSocialSupport() { return socialSupport; }
}

```

В лістингу 3.2 міститься програмний код для роботи запиту користувача під час пошуку країни для переїзду. На рисунках 3.6 і 3.7 показано результат його роботи.

Лістинг 3.2 – Клас для демонстрації роботи запиту користувача на пошук країни.

```

package dss;
import dss.model.Country;
import dss.model.UserPreferences;
import dss.service.DecisionEngine;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Map;
public class MainApplication {
    public static void main(String[] args) {
        List<Country> database = new ArrayList<>();
        database.add(new Country("Польща", 45.0, 1200, 75.0, 9.0, 7.0));
        database.add(new Country("Німеччина", 65.0, 2600, 70.0, 4.0, 9.0));
        database.add(new Country("Чехія", 50.0, 1500, 80.0, 8.0, 6.0));
        database.add(new Country("Канада", 70.0, 3200, 82.0, 5.0, 8.0));
        database.add(new Country("Іспанія", 55.0, 1800, 68.0, 5.0, 5.0));
        double wCost = 0.30;
        double wSalary = 0.20;
    }
}

```



```

double wSafety = 0.25;
double wLanguage = 0.15;
double wSupport = 0.10; // Сума = 1.0
UserPreferences clientPrefs = new UserPreferences(wCost, wSalary, wSafety,
wLanguage, wSupport);
DecisionEngine engine = new DecisionEngine();
List<Map.Entry<Country, Double>> recommendation =
engine.rankCountries(database, clientPrefs);
int rank = 1;
for (Map.Entry<Country, Double> entry : recommendation) {
System.out.printf("%d. %-12s | Коефіцієнт відповідності: %.4f\n",
rank++, entry.getKey().getName(), entry.getValue());
}}}

```

На наступних рисунках наведено екрани інтелектуальної системи та їх опис.

На рисунку 3.2 наведено головний екран системи. Для початку роботи користувач повинен авторизуватися.



Рисунок 3.2 – Головний екран

На рисунку 3.3 показано екран авторизації в системі. Користувачу необхідно ввести свій логін та пароль. Якщо користувач зареєстрований в системі, то далі він перейде на екран з меню для вибору необхідної дії.

Якщо в системі користувач ще не зареєстрований, тоді йому необхідно пройти процедуру реєстрації.

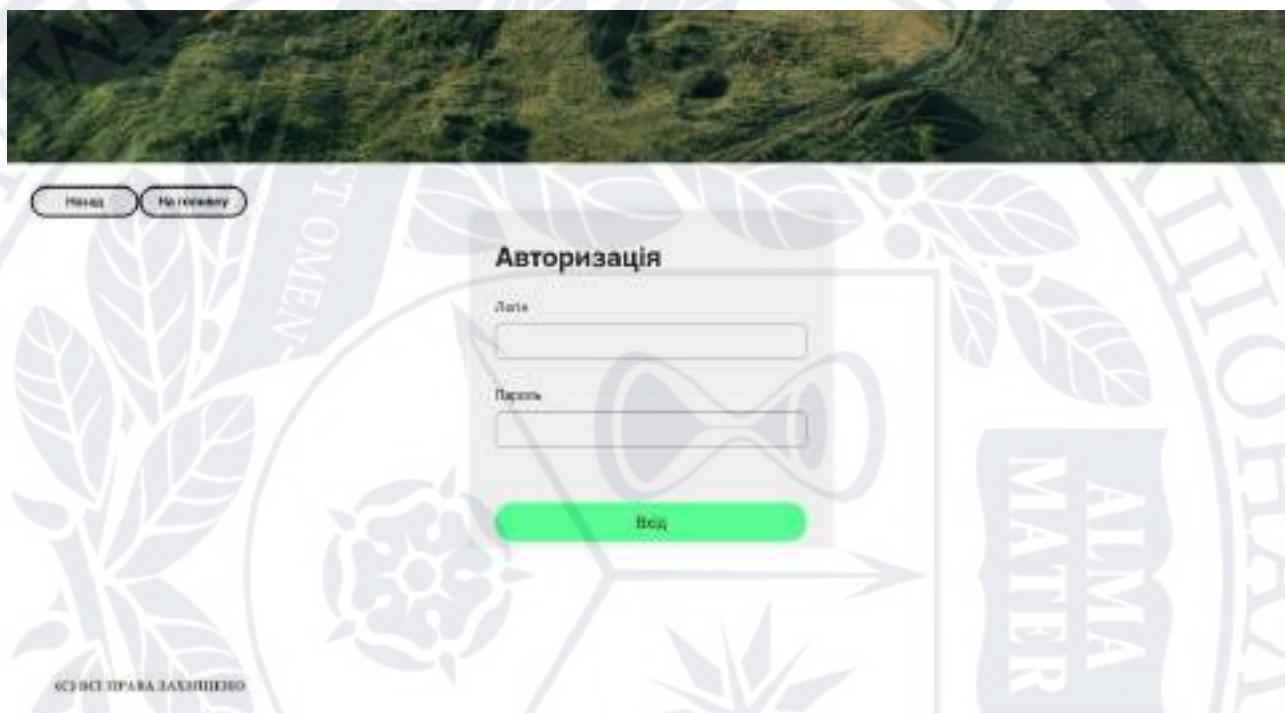


Рисунок 3.3 – Екран з авторизацією в системі

На рисунку 3.4 наведено екран з реєстрацією нового користувача. Для цього необхідно придумати унікальний логін. Це може бути довільне ім'я що не зарезервовано системою. Якщо під час реєстрації користувач вводить логін і він співпадає з уже існуючим, то з'явиться попереджуваче повідомлення і необхідно буде придумати новий логін. Потім необхідно придумати пароль, який буде містити не менше 8 символів. Ввести повне прізвище, ім'я та по батькові і адресу електронної пошти. Після цього на пошту прийде лист з підтвердженням реєстрації.

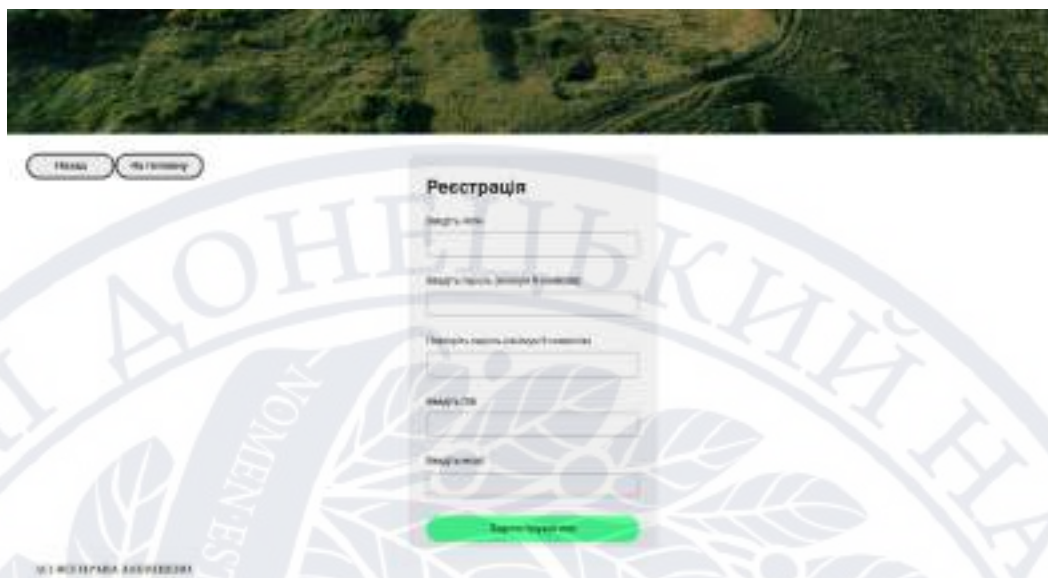


Рисунок 3.4 – Реєстрація нового користувача

На рисунку 3.5 наведено екран з меню для вибору. Тут користувач може відкрити свою персональну анкету, створити нову або відредагувати існуючу. Також можна переглянути інформацію про країни, що вже наявні в системі. Третій пункт меню – це пошук країни для міграції. Тут користувач обирає зі списку свою персональну анкету, вводить параметри для пошуку країни та система формує список країн для міграції.

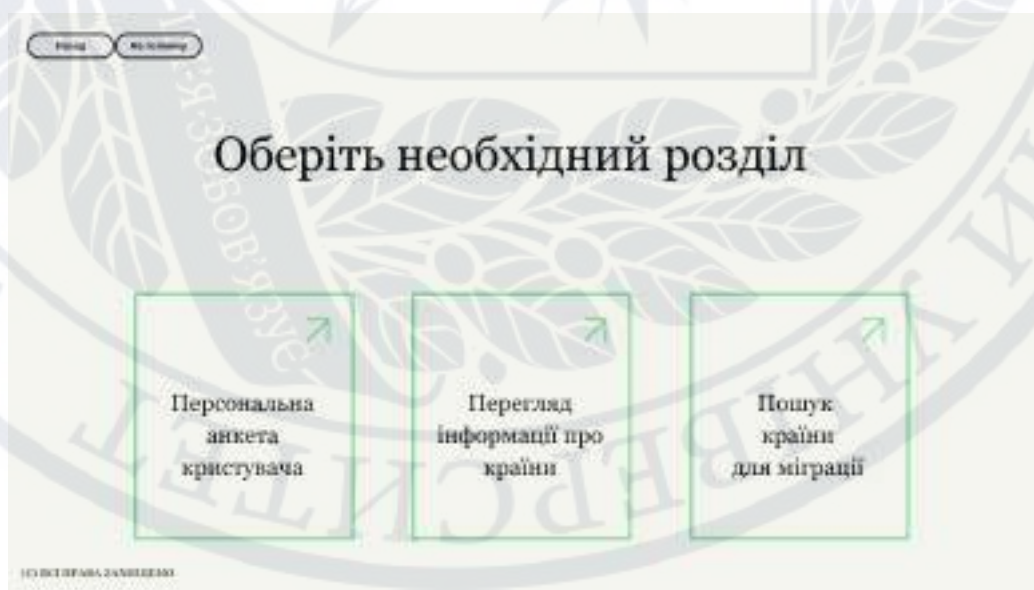


Рисунок 3.5 – Екран з меню

На рисунку 3.6 наведено екран, де користувач може ввести в рядок пошуку назву країни і переглянути про неї інформацію. Якщо такої інформації немає, то з'явиться відповідне повідомлення. Інформація про країну корисна тим, що користувач системи може переглянути основні вимоги до переїзду, працевлаштування та іншого і вирішити, наскільки йому буде комфортно знаходитися в цій країні.

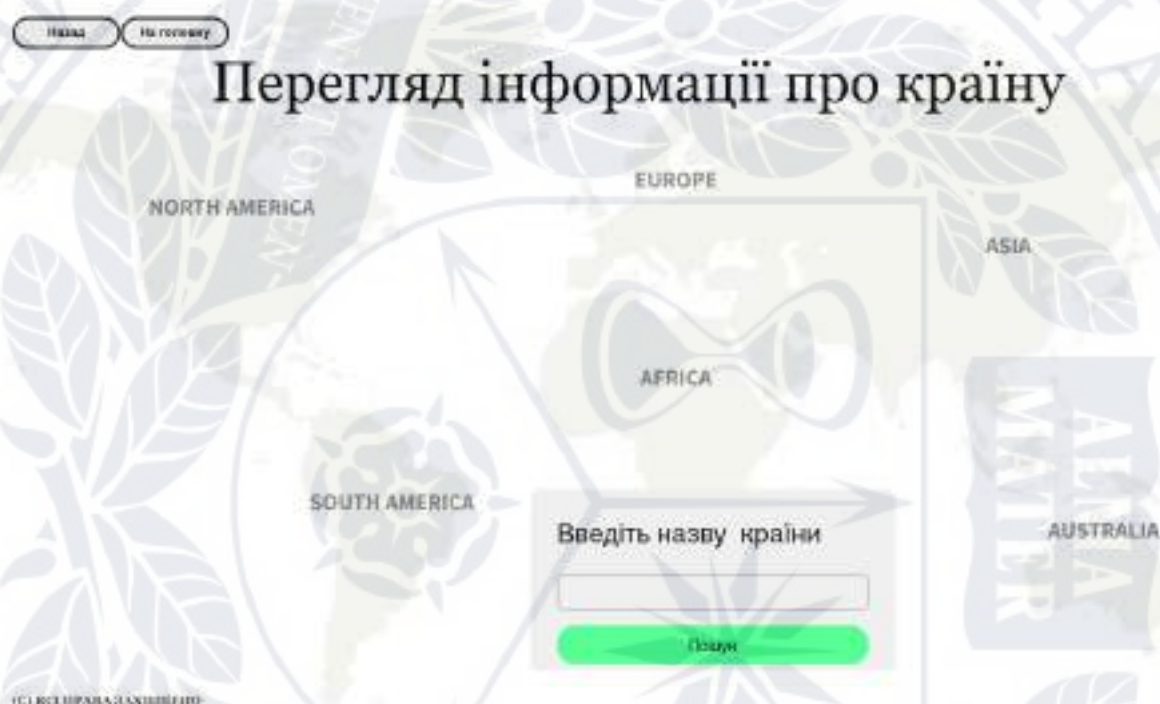


Рисунок 3.6 – Пошук країни та перегляд інформації про неї

На наступних рисунках буде показано екрани, на яких користувач може переглядати інформацію про країну за такими категоріями: Переїзд, Працевлаштування, Юридичний супровід та Навчання.

На рисунку 3.7 наведено інформацію про Республіку Польща. Користувач може прочитати коротку інформацію про саму країну, а також переглянути одну з чотирьох запропонованих категорій з інформацією.



Рисунок 3.7 – Екран з інформацією про країну

На рисунку 3.8 наведено екран з основною інформацією про переїзд до Польщі. Тут користувач може знайти для себе ключові нюанси, що впливають на можливість переїзду до країни.



Рисунок 3.8 – Екран з інформацією про переїзд

На рисунку 3.9 користувач може ознайомитися з основною інформацією про працевлаштування в Польщі.

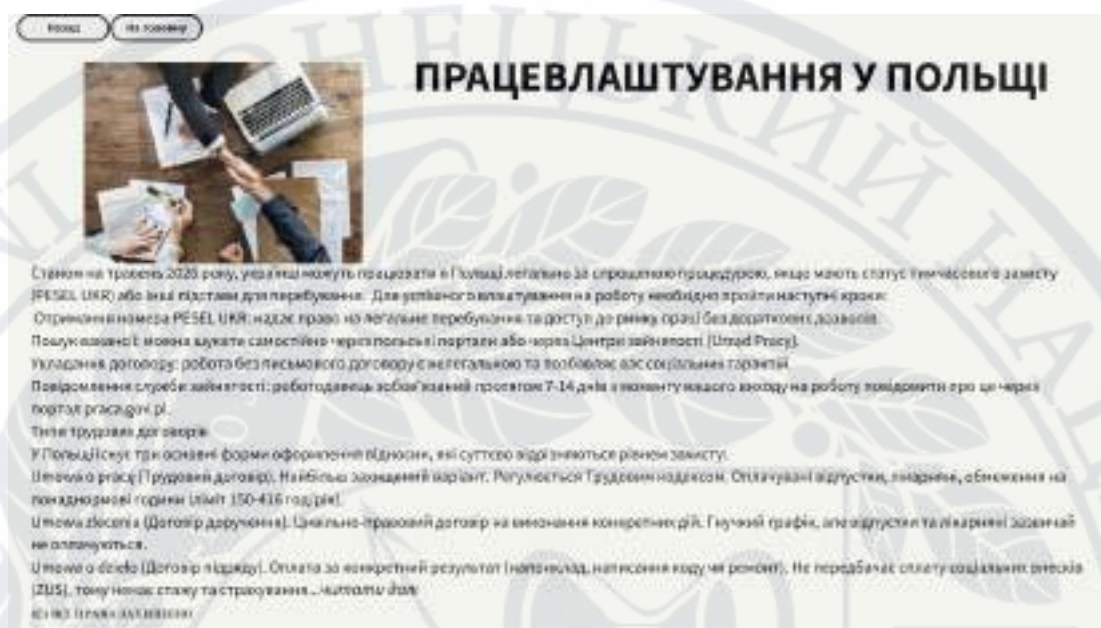


Рисунок 3.9 – Інформація про працевлаштування

На рисунку 3.10 користувач може переглянути інформацію про юридичний супровід під час переїзду до країни.



Рисунок 3.10 – Екран з юридичним супроводом

На наступному рисунку можна побачити екран з інформацією про навчання в країні.



Рисунок 3.11 – Інформація про навчання

На рисунку 3.12 наведено екран, де користувач заповнює свою персональну анкету. Сюди відноситься мета переїзду в іншу країну, посада або професія на якій користувач буде працювати. Незалежно від мети переїзду він також буде шукати собі місце роботи та житло. Обов'язково необхідно зазначити якими мовами володіє користувач та на якому рівні, бажаний фінансовий дохід, а також іншу інформацію, яку він вважає за потрібне внести до анкети.

Назад На наступну

ПЕРСОНАЛЬНА АНКЕТА КОРИСТУВАЧА

Введіть свій період:

Введіть іменну поштову адресу:

Введіть ім'я, пошту, телефон:

Введіть рівень відповідності кваліфікації:

Введіть повну назву спеціальності/дисципліни:

Введіть код факультету:

Зберегти

Рисунок 3.12 – Заповнення персональної анкети

На наступному рисунку наведено екран, де користувач вводить інформацію про членів родини. Це необхідно також для того, що б їм надати персональні пропозиції щодо вибору країни.

Назад На наступну

ПЕРСОНАЛЬНА АНКЕТА КОРИСТУВАЧА

Інформація про членів родини

ПІБ:

Стать:

Спеціальність:

Вимоги освіти/кваліфікації:

Адреса (адреса, адреса електронної пошти):

Введіть іменну поштову адресу:

Зберегти

Рисунок 3.13 – Заповнення інформації про користувача

На рисунку 3.14 можна побачити екран, де користувач може працювати зі своєю персональною анкетою. Можна створити нову анкету (після реєстрації нового користувача в системі), редагувати існуючу анкету (якщо користувач хоче змінити критерії для пошуку) або додати інформацію про члена родини.

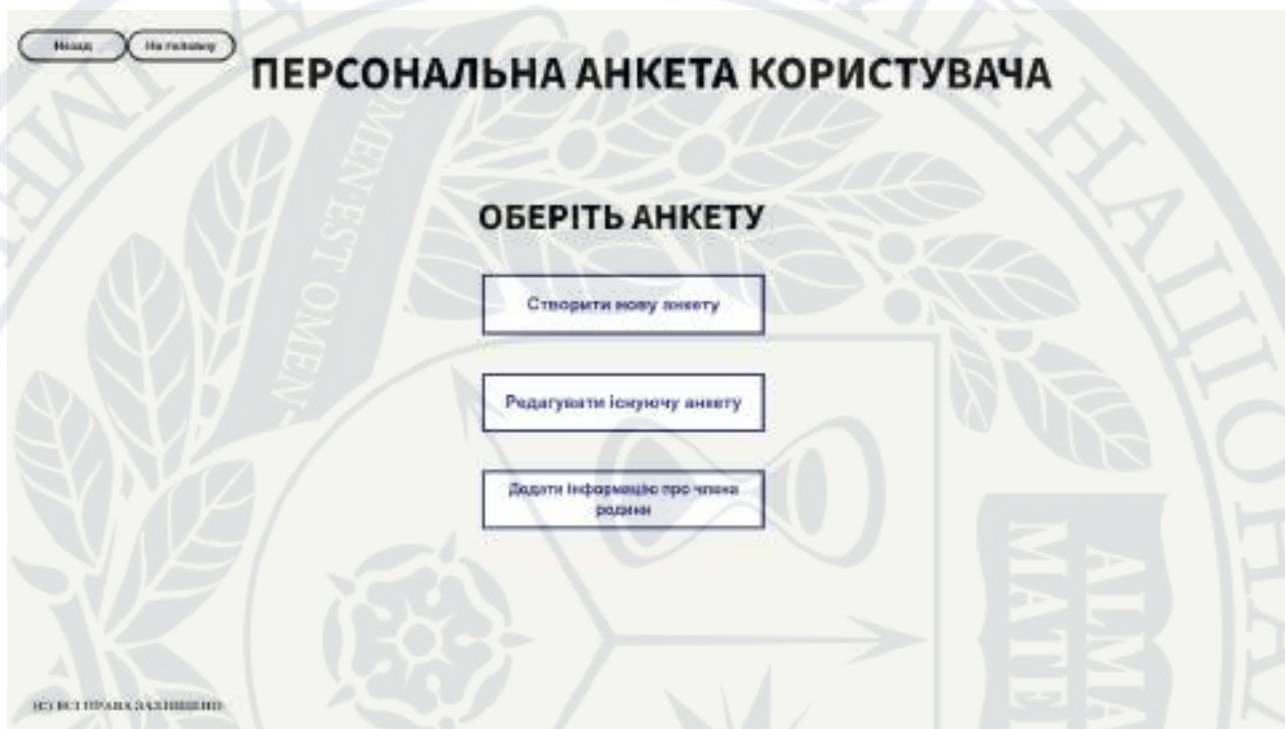


Рисунок 3.14 – Робота з персональною анкетою

На наступному рисунку наведено екран, де користувач шукає країну для міграції. Одним із факторів є рівень доходу, який він може отримати на новому місці. Тому цей параметр також вводиться. Також користувач може вказати бажану країну, в яку він хоче переїхати. Якщо не заповнювати це поле, то система видасть список з усіх країн, які будуть задовольняти критеріям пошуку.

Рисунок 3.15 – Пошук країни для переїзду

На наступному рисунку показано результати пошуку країни. Користувач в якості працевлаштування обрав посаду QA Engineer. Система видала можливі варіанти. В останньому стовпці знаходиться посилання на місто, в яке пропонується переїхати користувачу.

№	Країна	Місто	Посада	Заробітна плата	Інформація
1	Польща	Варшава	Junior QA Engineer	2500	→
2	Нідерланди	Берлін	Middle QA Engineer	4000	→
3	Норвегія	Париж	Middle QA Engineer	4000	→

(1) ВІСНОВА ЗАХИЩЕНО

Рисунок 3.16 – Перегляд результатів пошуку

3.3 Тестування та перевірка працездатності системи. Подальше масштабування системи

Після завершення розробки інтелектуальної системи було проведено її тестування з метою перевірки функціональності, надійності та коректності роботи та обробки даних.

Види проведеного тестування:

- 1) Функціональне тестування: на цьому етапі перевірялося, чи відповідає поведінка системи її вимогам. Було протестовано введення даних користувачем, відображення інформації.
- 2) Модульне тестування: перевіряється робота функціоналу по формуванню списку країн для міграції.
 - Тестування форм і валідації: необхідно для виявлення помилок, які може зробити користувач при введенні інформації, відсутність значення, введення тексту замість числа тощо.
 - Перевірка відображення результатів: необхідно для перевірки правильності виводу даних на екран, адаптивності інтерфейсу.

В таблиці 3.1. подано узагальнені результати щодо тестування системи. Тестування проводилося за 4 сценаріями: введення коректних даних, введення «нечислового» значення в полі для числа, введення неповного набору даних, перевірка UX/UI системи. В результаті перевірялася коректність роботи системи в залежності від сценарію роботи. Для поточної версії системи цілком достатньо проведення цих чотирьох сценаріїв. У випадку розробки нового функціоналу сценарії тестування будуть відкориговані. Тут не перевірялася швидкодія та завантаженість процесора оскільки система містить небагато даних для роботи і вони критично не впливають на процесор.

Таблиця 3.1 – Типові сценарії для тестування системи та їх результат

№ з/п	Сценарій	Очікуваний результат	Результат тестування
1	Введення коректних даних	Збереження даних в БД	Успішно
2	Введення «нечислового» значення в полі для числа	Виведення повідомлення про помилку	Успішно
3	Введення неповного набору даних	Блокування подальшої дії для користувача	Успішно
4	Перевірка UX/UI системи	Коректне відображення	Успішно

Крім функціонального тестування також було перевірено відображення сторінок на різних типах пристроїв. Проведене тестування підтвердило стабільність, коректність і відповідність поведінки системи заявленим вимогам. Усі критичні компоненти функціонують згідно очікувань, помилки обробляються, інтерфейс залишається зручним незалежно від платформи. Це дає підстави стверджувати про готовність системи до практичного використання.

Зараз система налаштована на використання мінімальних параметрів (об'єм оперативної пам'яті та розмір диску для накопичення інформації) ПК. Після доопрацювання та розробки нового функціоналу необхідно буде переглянути та за потреби збільшити об'єм оперативної пам'яті та місця на диску. Також систему можна розмістити на хостингу та доступу в мережі Інтернет.

Розроблена система може бути доопрацьована та масштабована шляхом додавання нового функціоналу. Також планується розробка системи, яка буде працювати на мобільних операційних платформах Android та iOS. Також планується розширення списку країн для міграції шляхом додавання нової інформації через відкриті API з розробкою необхідного функціоналу. В свою чергу можна покращити UX/UI дизайн системи та ввести нові пункти меню.

Функціонал, який можна реалізувати в новій версії системи:

1) аналіз тональності тексту (Sentiment Analysis) – використання NLP-моделей (наприклад, архітектури на базі Transformer, як-от BERT або її україномовної адаптації) для аналізу відгуків українських мігрантів у тематичних групах (Facebook, Telegram, Reddit). Це дозволяє автоматично вираховувати суб'єктивний «індекс задоволеності» чи «рівень адаптації» в конкретній країні.

2) інтелектуальний веб-скрейпінг (AI Web Scraping) – Алгоритми для автоматичного моніторингу офіційних урядових сайтів країн ЄС, Канади, США та витягування змін у законодавстві (наприклад, статус тимчасового захисту, виплати, умови працевлаштування).

3) кластеризація (алгоритм K-Means) – групування країн у кластери (наприклад: «Країни з високим доходом, але дорогою вартістю життя», «Країни з легкою адаптацією, але середнім доходом»). Це допомагає пропонувати користувачеві альтернативні варіанти з того самого кластера.

4) прогнозування (регресійні моделі) – передбачення динаміки зміни вартості оренди житла чи доступності робочих місць у певній країні на наступні пів року.

5) рівень взаємодії з користувачем (інтерфейс) AI-асистента (чат-бот) – замість заповнення довгих і нудних анкет користувач може спілкуватися з системою у вільному форматі (через інтеграцію з LLM за допомогою API).

Висновок до третього розділу

В даному розділі описано практичну частину реалізації інтелектуальної системи. Наведено та описано схему бази даних, а також всі екрани системи. Також наведено лістинги коду з поясненням його роботи та призначення. Проведено тестування та перевірено працездатність системи. Система працює коректно та чітко, видає релевантний результат роботи. Також сформульовано кроки для подальшого розвитку та масштабування системи шляхом додавання нового функціоналу.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній (бакалаврській) роботі розв'язано актуальну науково-практичну задачу – проектування та реалізацію інтелектуальної системи прийняття рішень (СППР), призначеної для автоматизації та підвищення об'єктивності процесу вибору країни тимчасового або постійного перебування українських мігрантів. За результатами проведеного дослідження сформульовано такі основні висновки.

Проаналізовано предметну область та обґрунтовано актуальність розробки. Дослідження сучасних міграційних тенденцій показало, що вибір країни перебування є складним багатофакторним процесом, який відбувається в умовах високої невизначеності, психологічного тиску та надмірного масиву неструктурованої інформації. Існуючі вебплатформи пропонують лише лінійну фільтрацію даних і не враховують індивідуальні пріоритети користувача (рівень знання мови, професійний профіль, наявність дітей, фінансовий запас). Обґрунтовано необхідність створення інтелектуального інструменту, який здатний агрегувати інформацію на основі введених даних користувача. Сформульовано вимоги до інтелектуальної системи прийняття рішень для вибору країни перебування українських мігрантів.

В першому розділі розглянуто поняття міграції, причини виникнення та її види. Проаналізовано аналогічні вебресурси, що надають допомогу під час міграції до різних країн світу. Наведено порівняльну таблицю аналогів та описані їх відмінності. Сформульовано постановку задачі дослідження та вказано інструменти для її реалізації.

В другому розділі описано процес створення інтелектуальної системи прийняття рішень. Наведено методи багатокритеріального аналізу, що використовуються в роботі для пошуку необхідних країн за вказаними критеріями користувача. Описано UML-діаграми, що показують процес роботи системи та об'єкти, з яких вона складається. Детально розписано процес функціонування системи.

В третьому розділі наведена схема бази даних з описом таблиць, з яких вона складається. Також описані всі екрани розробленої системи та фрагменти програмного коду. Система пройшла тестування та перевірку на працездатність. Результати тестування оформлено у вигляді таблиці. Сформульовано орієнтовний перелік нових функцій, які можна впровадити під час наступного етапу масштабування та розробки системи.

Досягнуто мету поставленої задачі – розроблено інтелектуальну систему підтримки прийняття рішень для вибору найбільш оптимальної країни перебування українських мігрантів на основі соціально-економічних та правових показників, а також індивідуальних потреб і пріоритетів користувачів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Глибовець М. М., Кулябко В. П. Штучний інтелект : підручник. Київ : НаУКМА, 2019. 352 с.
2. Данильченко О. М., Прокопенко Т. О. Інтелектуальні системи прийняття рішень в умовах невизначеності : монографія. Черкаси : ЧДТУ, 2021. 184 с.
3. Зайченко Ю. П. Дослідження операцій та інтелектуальні системи прийняття рішень : навч. посіб. Київ : Слово, 2020. 412 с.
4. Крак Ю. В., Кулябко В. П., Ткаченко О. М. Методи та технології підтримки прийняття рішень в експертних системах. Кібернетика та системний аналіз. 2022. Т. 58, № 3. С. 45–56.
5. Литвин В. В. Інтелектуальні системи : навч. посіб. Львів : Новий Світ-2000, 2018. 406 с.
6. Пасічник В. В., Жежнич П. І., Антонюк О. В. Системи підтримки прийняття рішень у глобальному інформаційному просторі. Інформаційні системи та мережі. 2020. № 7. С. 112–125.
7. Ситник В. Ф. Системи підтримки прийняття рішень : навч. посіб. Київ : КНЕУ, 2021. 364 с.
8. Снігуров А. В., Борисенко М. В. Застосування нейромережових моделей у задачах багатокритеріального вибору. Комп'ютерні науки та інженерія. 2023. Т. 15, вип. 2. С. 89–97.
9. Ткаченко В. О. Проектування інтелектуальних систем прийняття рішень на основі онтологічного підходу. Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Системний аналіз, управління та інформаційні технології. 2021. № 1 (5). С. 34–41.
10. Шаховська Н. Б., Степаняк Л. М. Особливості використання алгоритмів машинного навчання для соціально-економічного прогнозування. Сучасні комп'ютерні технології. 2024. № 12. С. 15–23.
11. Волошин О. Ф., Мащенко С. О. Моделі та методи прийняття рішень : підручник. Київ : ВПЦ "Київський університет", 2020. 520 с.

12. Годлевський М. Д., Очеретенко Ю. В. Застосування нечіткої логіки в інформаційних системах підтримки прийняття рішень. Комп'ютерні системи та технології. 2022. № 4. С. 51–58.

13. Григорків В. С., Григорків М. В. Моделювання вибору альтернатив в умовах багатокритеріальності. Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем. 2021. Вип. 26. С. 104–115.

14. Доля В. К., Савченко О. І. Модифікований метод TOPSIS для систем ранужвання та класифікації складних об'єктів. Штучний інтелект. 2023. № 2. С. 77–85.

15. Зайченко Ю. П., Муляр О. В. Застосування теорії нечітких множин у задачах багатокритеріального вибору альтернатив. Системні дослідження та інформаційні технології. 2020. № 1. С. 33–44.

16. Катренко А. В., Пасічник В. В., Пасько В. П. Теорія прийняття рішень : підручник. Київ : Видавнича група BVH, 2019. 448 с.

17. Ротштейн О. П. Інтелектуальні технології моделювання: нечітка логіка, генетичні алгоритми, нейронні мережі. Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2017. 280 с.

18. Сергієнко І. В., Лебедева Т. Т. Багатокритеріальні задачі оптимізації: теорія та алгоритми. Київ : Наукова думка, 2021. 242 с.

19. Балакірева О. М., Дмитрук Д. А. Соціально-економічні чинники вимушеної міграції українців та їхні наміри щодо повернення. Український соціум. 2023. № 2 (85). С. 9–27.

20. Васильченко В. С. Демографічні та міграційні виклики України в умовах глобалізації. Київ : ІДСД НАН України, 2022. 195 с.

21. Гнибіденко І. Ф. Зовнішня міграція населення України: причини, наслідки, регулювання. Демографія та соціальна економіка. 2021. № 1 (43). С. 62–75.

22. Козаченко С. В., Петрова О. І. Аналіз факторів привабливості країн ЄС для українських мігрантів. Економічний вісник. 2024. Вип. 4. С. 112–119.

23. Лібанова Е. М. Вимушена міграція з України: масштаби, виклики, перспективи. Демографія та соціальна економіка. 2022. № 3 (49). С. 3–24.
24. Малиновська О. А. Міграційна політика України: стан, виклики, напрями вдосконалення : монографія. Київ : НІСД, 2020. 340 с.
25. Позняк О. В. Оцінка впливу війни на географічний розподіл українських мігрантів в Європі. Статистика України. 2023. № 4. С. 45–53.
26. Прибиткова І. М. Сучасні міграційні тренди в Україні: соціологічний вимір. Соціологія: теорія, методи, маркетинг. 2021. № 2. С. 88–103.
27. Романюк О. О. Трансформація міграційних потоків з України в умовах євроінтеграції. Міжнародні відносини. Серія: Економічні науки. 2022. № 11. С. 14–22.
28. Уманець Т. В. Моделювання міграційної привабливості регіонів та країн: методологічний аспект. Економіка розвитку. 2019. № 3. С. 55–63.
29. Eurostat. Population and migration statistics 2025. URL: [<https://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography/migration-population>](<https://www.google.com/search?q=https://ec.europa.eu/eurostat/web/population-demography/migration-population>) (дата звернення: 12.03.2026).
30. International Organization for Migration (IOM). Ukraine Migration Report 2024. Geneva : IOM, 2024. 84 p.
31. UNHCR. Operational Data Portal: Ukraine Refugee Situation. 2025. URL: <https://data.unhcr.org/en/situations/ukraine> (дата звернення: 15.04.2026).
32. World Bank. Migration and Development Brief 40: Leveraging Diaspora Finances for Development. Washington, DC : World Bank, 2024. 52 p.
33. Hwang C. L., Yoon K. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Berlin : Springer-Verlag, 2009. 259 p.
34. Saaty T. L. The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation. New York : McGraw-Hill, 2011. 287 p.
35. Triantaphyllou E. Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study. Dordrecht : Kluwer Academic Publishers, 2010. 320 p.

36. Zadeh L. A. Fuzzy sets. Information and Control. 2013. Vol. 8, iss. 3. P. 338–353.

37. Про затвердження Стратегії державної міграційної політики України на період до 2025 року : Розпорядження Кабінету Міністрів України від 12 лип. 2017 р. № 482-р (в редакції від 10.11.2023). URL: (<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/482-2017-%D1%80>) (дата звернення: 10.02.2026).

38. Державна служба статистики України. Статистичний збірник «Міграційні процеси в Україні». Київ : Держстат, 2024. 112 с.

39. Інтелектуальні системи підтримки прийняття рішень. *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/5195121/page:3/> (дата звернення: 03.05.2026).

40. У чому полягає суть методу аналізу ієрархій? *StudFiles*. URL: <https://studfile.net/preview/21636677/> (дата звернення: 03.05.2026).

ДОДАТОК А

ОСНОВНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОД СИСТЕМИ

```
package dss.model;
public class Country {
    private String name;
    private double costOfLiving;
    private double AverageSalary;
    private double safetyIndex;
    private double languageSimplicity;
    private double socialSupport;
    public Country(String name, double costOfLiving, double averageSalary,
double safetyIndex, double languageSimplicity, double socialSupport) {
        this.name = name;
        this.costOfLiving = costOfLiving;
        this.averageSalary = averageSalary;
        this.safetyIndex = safetyIndex;
        this.languageSimplicity = languageSimplicity;
        this.socialSupport = socialSupport;
    }
    public String getName() { return name; }
    public double getCostOfLiving() { return costOfLiving; }
    public double getAverageSalary() { return averageSalary; }
    public double getSafetyIndex() { return safetyIndex; }
    public double getLanguageSimplicity() { return languageSimplicity; }
    public double getSocialSupport() { return socialSupport; }
}

package dss.model;
public class UserPreferences {
    public double weightCost;
    public double weightSalary;
    public double weightSafety;
    public double weightLanguage;
    public double weightSupport;
    public UserPreferences(double weightCost, double weightSalary, double weightSafety,
double weightLanguage, double weightSupport) {
        this.weightCost = weightCost;
        this.weightSalary = weightSalary;
        this.weightSafety = weightSafety;
        this.weightLanguage = weightLanguage;
        this.weightSupport = weightSupport;
    }
}
```



```

package dss.service;
import dss.model.Country;
import dss.model.UserPreferences;
import java.util.ArrayList;
import java.util.HashMap;
import java.util.List;
import java.util.Map;
import java.util.stream.Collectors;
public class DecisionEngine {
    public List<Map.Entry<Country, Double>> rankCountries(List<Country> countries,
    UserPreferences prefs) {
        Map<Country, Double> scores = new HashMap<>();
        double                                     maxSalary                                     =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getAverageSalary).max().orElse(1);
        double                                     minSalary                                     =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getAverageSalary).min().orElse(0);
        double                                     maxCost                                     =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getCostOfLiving).max().orElse(1);
        double                                     minCost                                     =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getCostOfLiving).min().orElse(0);
        double                                     maxSafety                                    =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getSafetyIndex).max().orElse(1);
        double                                     minSafety                                    =
        countries.stream().mapToDouble(Country::getSafetyIndex).min().orElse(0);
        for (Country country : countries) {
            double normSalary = (maxSalary - minSalary == 0) ? 1 : (country.getAverageSalary()
            - minSalary) / (maxSalary - minSalary);
            double normSafety = (maxSafety - minSafety == 0) ? 1 : (country.getSafetyIndex() -
            minSafety) / (maxSafety - minSafety);
            Для негативних факторів (Cost of living: чим дешевше, тим краще) -> (max - x) /
            (max - min)
            double normCost = (maxCost - minCost == 0) ? 1 : (maxCost -
            country.getCostOfLiving()) / (maxCost - minCost);
            double normLanguage = country.getLanguageSimplicity() / 10.0;
            double normSupport = country.getSocialSupport() / 10.0;
            double totalScore = (normCost * prefs.weightCost) +
            (normSalary * prefs.weightSalary) +
            (normSafety * prefs.weightSafety) +
            (normLanguage * prefs.weightLanguage) +
            (normSupport * prefs.weightSupport);
            scores.put(country, totalScore);
        }
        return scores.entrySet()
        stream()

```

```

sorted((e1, e2) -> Double.compare(e2.getValue(), e1.getValue()))
collect(Collectors.toList());
}
}
package dss;
import dss.model.Country;
import dss.model.UserPreferences;
import dss.service.DecisionEngine;
import java.util.ArrayList;
import java.util.List;
import java.util.Map;
public class MainApplication {
    public static void main(String[] args) {
        List<Country> database = new ArrayList<>();
        Назва, Вартість життя, Зарплата, Безпека, Простота мови, Соц. підтримка
        database.add(new Country("Польща", 45.0, 1200, 75.0, 9.0, 7.0));
        database.add(new Country("Німеччина", 65.0, 2600, 70.0, 4.0, 9.0));
        database.add(new Country("Чехія", 50.0, 1500, 80.0, 8.0, 6.0));
        database.add(new Country("Канада", 70.0, 3200, 82.0, 5.0, 8.0));
        database.add(new Country("Іспанія", 55.0, 1800, 68.0, 5.0, 5.0));
        double wCost = 0.30;
        double wSalary = 0.20;
        double wSafety = 0.25;
        double wLanguage = 0.15;
        double wSupport = 0.10; // Сума = 1.0
        UserPreferences clientPrefs = new UserPreferences(wCost, wSalary, wSafety,
        wLanguage, wSupport);
        DecisionEngine engine = new DecisionEngine();
        List<Map.Entry<Country, Double>> recommendation =
        engine.rankCountries(database, clientPrefs);
        System.out.println("");
        int rank = 1;
        for (Map.Entry<Country, Double> entry : recommendation) {
            System.out.printf("%d. %-12s | Коефіцієнт відповідності: %.4f\n",
            rank++, entry.getKey().getName(), entry.getValue());
        }
    }
}

```