

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Факультет інформаційних технологій
(факультет)

Кафедра системного аналізу та управління
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

Студента Неділько Олександра Ігоровича

академічної групи 124-20-2

спеціальності 124 Системний аналіз

на тему: «Аналіз ІТ-сфери та розробка експертної системи для підбору персоналу»

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	Інституційною	
кваліфікаційної роботи	<i>к.т.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			
розділів:				
Інформаційно- аналітичний	<i>к.т.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			
Спеціальний розділ	<i>к.т.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			
Рецензент				
Нормоконтролер	<i>к.ф.-м.н., доц. Хом'як Т.В.</i>			

Дніпро
2024

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Системного аналізу та управління
(повна назва)

_____ к.т.н., доц. Желдак Т.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеня бакалавра

студенту Неділько О. І. академічної групи 124-20-2
спеціальності: 124 Системний аналіз
на тему «Аналіз ІТ-сфери та розробка експертної системи для підбору
персоналу»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка»
від 23.05.2024 р. №469-с

Розділ	Зміст	Терміни виконання
1. Інформаційно-аналітичний розділ	Дослідження теоретичної частини роботи, аналіз задачі, обрання технологій та методів вирішення задачі.	01.03.2024- 01.05.2024
2. Спеціальний розділ	Комплексний аналіз ІТ-сфери, який включає ІТ-спеціалістів, ІТ-компанії, ІТ-освіту, заробітну плату, український експорт, а також розробка експертної системи підбору персоналу, тестування програми, результати.	01.05.2024- 25.06.2024

Завдання видано _____ к. ф.-м.н., доцент Хом'як Т.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

Дата видачі: 06.09.2023 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії: _____

Прийнято до виконання _____ Неділько О.І.
(підпис студента) (прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 81 с., 31 рис., 12 табл., 7 додатків, 18 джерел.

Об'єктом дослідження є ІТ-індустрія в цілому, вплив часу та сучасних умов на неї, а також процеси підбору персоналу та експертні системи.

Предмет дослідження: логічний аналіз на основі даних з відкритих джерел, інформаційні системи, алгоритми роботи експертних систем та їх реалізація.

Метою даної кваліфікаційної роботи є аналіз сучасної ІТ-сфери, який включає в себе огляд ІТ-спеціалістів, ІТ-компаній, заробітної плати, а також вивчення методів та поглиблення знань з реалізації експертних систем.

В інформаційно-аналітичному розділі розглянуто основні поняття та положення, які стосуються експертних систем та штучного інтелекту в цілому. Проведено аналіз задачі та виділені її особливості, обрано основні методи та концепції для її розв'язання.

У спеціальному розділі проведений аналіз ІТ-сфери, наведено результати, визначені показники сучасних ІТ-спеціалістів та компаній, розглянуто в яких випадках заробітна плата на обраних посадах більша, а також проведено певне порівняння показників з Німеччиною та Польщею, написано програмний додаток, який на основі бази знань підбирає кандидатів на обрані посади.

Практична цінність отриманих результатів полягає у наглядному представленні в таблицях та графіках сучасних тенденцій в ІТ-сфері, які можуть в певній мірі допомогти з вибором майбутнього напрямку роботи, а розроблена програма, за особливих умов, може покращити процес підбору персоналу.

Ключові слова: ІТ, ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ, БАЗА ЗНАНЬ, ЕКСПЕРТНА СИСТЕМА, SALARY, ЗАРПЛАТА, ЕКСПОРТ ТОВАРІВ ТА ПОСЛУГ, ІТ-СФЕРА, ІТ-СПЕЦІАЛІСТ, ІТ-КОМПАНІЇ.

ABSTRACT

Explanatory note: 81 p., 31 pic., 12 table, 7 annexes, 18 sources.

The object of research is the IT industry as a whole, the impact of time and modern conditions on it, as well as recruitment processes and expert systems.

Subject of research: logical analysis based on data from open sources, information systems, algorithms of expert systems and their implementation.

The purpose of this qualification work is to analyse the modern IT sphere, which includes an overview of IT specialists, IT companies, salaries, as well as the study of methods and deepening knowledge of the implementation of expert systems.

The information-analytical section deals with the basic concepts and provisions related to expert systems and artificial intelligence in general. The task is analysed and its features are highlighted, and the main methods and concepts for its solution are selected.

In a special section, the author analyses the IT sector, presents the results, identifies the indicators of modern IT specialists and companies, considers in which cases the salary for the selected positions is higher, and also makes a certain comparison of indicators with Germany and Poland, and writes a software application that selects candidates for the selected positions based on the knowledge base.

The practical value of the obtained results lies in the visual presentation in tables and graphs of current trends in the IT sphere, which can to some extent help with the choice of the future direction of work, and the developed application, under special conditions, can improve the recruitment process.

Keywords: IT, INFORMATION TECHNOLOGY, KNOWLEDGE BASE, EXPERT SYSTEM, SALARY, EXPORT OF GOODS AND SERVICES, IT SPHERE, IT SPECIALIST, IT COMPANIES.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 Інформаційно-аналітичний	8
1.1 Основні поняття	8
1.2 Системи, що базуються на знаннях	9
1.3 Моделі представлення знань	11
1.4 Експертні системи. Основні положення	13
1.5 Технології штучного інтелекту	16
1.6 Мотивація та аналіз задачі	17
1.7 Розробка моделі	19
Висновки	19
РОЗДІЛ 2 Спеціальний розділ	22
2.1 Постановка задачі	22
2.1.1 Задача підбору персоналу	22
2.2 Український експорт товарів та послуг	23
2.3 Огляд українських ІТ-компаній та освіти	29
2.4 Українські ІТ-спеціалісти	32
2.5 Вакансії та кандидати. Заробітна плата спеціалістів з України	37
2.6 Заробітна плата за кордоном	46
2.7 Вирішення задачі підбору персоналу. Розробка експертної системи	48
Висновки	51
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56
Додаток А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	59
Додаток Б. Відгук на кваліфікаційну роботу	60
Додаток В. Український експорт товарів та послуг	61
Додаток Г. ІТ-компанії України	63
Додаток Д. Заробітна плата за досвідом та напрямом діяльності компанії	64
Додаток Ж. Лістинг програми	65
Додаток З. База знань питань та кандидатів	75

ВСТУП

На сьогоднішній день український експорт товарів та послуг є достатньо різноманітним. За даними «Мінфін» [3] у 2021 році він складав 40.7% ВВП країни, але почав стрімко спадати після початку повномасштабного вторгнення та на 2023 рік склав 28.6% ВВП. Проте, український експорт все ще є потужною економічною складовою країни.

За останніми дослідженнями IT Ukraine Association [2] IT-галузь склала 42% від загального експорту послуг з України, а серед усіх видів експорту вона посіла друге місце з 13.2%, на першому вже багато років стоїть сільськогосподарська продукція з 43%, дорогоцінні метали та вироби з них мають 7.6%, транспорт 7.2%, мінеральні продукти 4.4%, машини, обладнання та оптичні пристрої 4.1%, усі інші 20.4%. У 2013 році IT-галузь складала лише 1.6% серед усіх видів експорту. На 2023 рік загальна частка ВВП, яку складає IT, рівна 4.6%, у порівнянні з іншими країнами: Індія – 2.8%, Чехія та Польща – 1.8%, Бразилія 0.2%.

Підсумовуючи, можна стверджувати, що IT-галузь в Україні має достатньо велике значення для економіки та високий темп розвитку.

Актуальність теми дослідження полягає саме у достатньо великому значенні цієї сфери для країни. Для визначення факторів, які впливають на IT-індустрію в цілому та для України, а також визначення найбільш затребуваних та перенасичених напрямів у галузі буде доцільно розглянути декілька датасетів та порівняти результати між різними напрямками. Штучний інтелект та експертні системи також можна вважати достатньо актуальними темами в наш час, тому доцільно створити та розглянути одну з них.

Метою кваліфікаційної роботи є аналіз найбільш затребуваних у наш час професій, порівняння заробітної плати в Україні та світі та розробка експертної системи для вирішення задач найму персоналу.

Об'єктом дослідження кваліфікаційної роботи є процес впливу певних факторів на популярність тих чи інших напрямків в ІТ-індустрії та на заробітну плату, порівняння їх між собою, а також процес вибору найбільш відповідного кандидата за потребами особи, що приймає рішення.

Предметом дослідження є експертні системи та фактори, які впливають на ІТ-індустрію.

Методи дослідження. Для вирішення задачі «підбору персоналу» використовується байесовський алгоритм, програмно реалізований на мові Python зі створеним простим інтерфейсом. Аналітично було вирішено задачу про вплив різних факторів на популярність напрямку в ІТ-галузі, а також на заробітну плату спеціаліста.

Практична цінність роботи полягає у тому, що отримані результати допоможуть людям (наприклад студентам) визначити найбільш перспективні напрями ІТ-індустрії на даний момент часу. Крім того, експертна система, поки що достатньо вузько направлена, потенційно може допомогти відповідній особі, що приймає рішення про найм персоналу.

РОЗДІЛ 1 Інформаційно-аналітичний

1.1 Основні поняття

На сьогоднішній день процеси автоматизації та інформатизації все більше і більше впроваджуються практично у всі сфери діяльності людини. Впровадження та використання нових інформаційних технологій є основою розвитку більшості сучасних підприємств та держав.

При цьому, останнім часом спостерігається стрімке впровадження елементів штучного інтелекту майже у всі види програмного забезпечення: пошукові системи, чат-боти, мобільні додатки, комплектуючі персональних комп'ютерів тощо. Отже, сучасне ПЗ здатне виконувати більш інтелектуальні задачі, які раніше виконувались лише людьми.

Штучний інтелект (ШІ) – це один з напрямів інформатики, що має на меті розробку апаратно-програмних засобів, які дозволять користувачеві - не програмісту шляхом спілкування з ЕОМ на обмеженій підмножині природної мови ставити та вирішувати власні задачі, що традиційно вважаються інтелектуальними [6, с. 5]. Завдання можуть варіюватися від розпізнавання мов чи зображень до проходження гри чи водіння автомобіля.

Існує багато завдань певного типу, рішенням яких вважається встановлений певний алгоритм. Відшукування алгоритму для цих завдань часто пов'язане з тонкими та складними міркуваннями людини або групи людей, що мають високу кваліфікацію. Прийнято вважати, що діяльність такого роду потребує людського інтелекту. Отже, завдання, що пов'язані з пошуком певного алгоритму рішення можна назвати інтелектуальними.

Алгоритм – це набір інструкцій або розпоряджень щодо виконання у певному порядку системи операцій для вирішення будь-якого завдання з деякого класу (множини) завдань [5, с.8].

Інформаційна система – сукупність апаратно-програмних та організаційних засобів для збереження та обробки інформації з метою забезпечення інформаційних потреб користувачів.

Інтелектуальна інформаційна система (ІС) – це один з видів автоматизованих інформаційних систем, інколи ІС називають системою, засновану на знаннях. ІС є комплексом програмних, лінгвістичних і логіко-математичних засобів для реалізації основного завдання: здійснення підтримки діяльності людини і пошуку інформації в режимі розширеного діалогу на природній мові [7, с. 4].

ІС класифікується за двома напрямками:

- Експертні системи
 - Експертні системи самі по собі
 - Інтерактивні банери (web + ЕС)
- Системи спілкування
 - Інтелектуальні пошукові системи
 - Віртуальні співрозмовники

ІС можуть розміщуватися на вебсайті, де користувач задає питання системі на природній мові або, відповідаючи на питання системи, знаходить потрібну інформацію (якщо це експертна система). Однак, зазвичай, ЕС в інтернеті виконують рекламно-інформаційні функції (інтерактивні банери), а серйозні системи (такі як, наприклад, ЕС для діагностики обладнання) використовуються локально, оскільки вони вирішують конкретні специфічні завдання.

1.2 Системи, що базуються на знаннях

Як вже було зазначено раніше, існує велике різноманіття задач, які вирішуються за допомогою штучного інтелекту (ШІ), а отже й велике різноманіття напрямів ШІ.

Основним напрямом в області вивчення штучного інтелекту на сьогоднішній день можна вважати представлення знань та розробку систем, що базуються на знаннях (knowledge-based systems) [6, с. 5]. Суть цього напрямку полягає в перенесенні та зберіганні знань і досвіду певної людини або групи людей у комп'ютер для їх подальшого використання.

Як і будь-яку інформацію, знання можна вважати даними, лише з тим розумінням, що вони є високоорганізованими даними, для яких характерна певна внутрішня структура та розвинуті зв'язки між різними інформаційними одиницями. Крім того, в сучасних інформаційних системах повинна бути можливість отримувати нові знання на основі існуючих.

Як для зберігання даних використовують бази даних(БД), так і для зберігання знань використовують бази знань(БЗ). При цьому, якщо для БД притаманний великий обсяг інформації та мала питома вартість, то БЗ може мати доволі невеликий обсяг, проте вартість інформації буде набагато більша. База знань є основою будь-якої інтелектуальної системи.

У знань є певні властивості, які відрізняють їх від звичайних даних у [7, с. 29] це сформульовано так:

- Внутрішня інтерпретованість – кожна інформаційна одиниця повинна мати власне ім'я, за яким інформаційна система її знаходить, а також відповідає на запити, в яких це ім'я згадується;
- Структурованість – знання повинні мати гнучку структуру; одні інформаційні одиниці можуть включатися до складу інших;
- Зв'язність – в інформаційній системі повинна бути передбачена можливість встановлення різних типів зв'язків між різними інформаційними одиницями;
- Семантична метрика – на множині інформаційних одиниць корисно задавати відношення, які характеризують ситуаційну близькість цих одиниць;

- Активність – виконання програм в ІС повинно ініціюватися поточним станом бази знань.

1.3 Моделі представлення знань

Відомо про десятки моделей представлення знань. Певні застосовуються у специфічних областях знань, інші є універсальними та можуть застосовуватись до різних предметних областей. Але більшість із них можуть бути зведені до чотирьох основних моделей представлення знань:

- Продукційна модель;
- Семантичні мережі;
- Фреймова модель;
- Формально-логічна модель.

Продукційна модель. Ця модель складається з сукупності правил вигляду:

- ЯКЩО умова ТО дія;
- ЯКЩО причина ТО наслідок;
- ЯКЩО ситуація ТО рішення.

Суть продукційної моделі полягає в тому, що при виконанні певної умови потрібно зробити певну дію. Під «умовою» розуміється певний факт або висловлювання – зразок, за яким здійснюється пошук в базі знань, а під «дією» – дії, що виконуються при успішному результаті пошуку [6, с. 13].

Загалом висновок отриманий такою моделлю буває прямий – від даних до пошуку мети або рішення, та зворотний – від мети до даних чи фактів. Початкові факти зберігаються в базі фактів, на підставі яких запускається машина логічного виведення або інтерпретатор правил, що керує порядком спрацювання продукційних правил з бази знань.

Семантичні мережі. Ця модель дозволяє оперувати поняттями, вираженими на природній мові.

Семантична мережа представляє собою інформаційну модель предметної області (сукупність фактів і тверджень із бази даних) і має вигляд графу, вершини якого відповідають об'єктам (поняттям) предметної області, а дуги – відношенням між ними [8].

Семантичні мережі можна класифікувати за типами відношень між поняттями.

- За кількістю типів відношень:
 - Однорідні (єдиний тип відносин)
 - Неоднорідні (різні типи відношень)
- За кількістю пов'язаних термінів:
 - Бінарні (відношення пов'язують два об'єкти)
 - N-арні (відношення пов'язують більше двох об'єктів)

Важливою властивістю семантичних мереж є успадкування властивостей. Воно відбувається за допомогою зв'язків A-Kind-Of (АКО). Цей зв'язок вказує на об'єкт більш високого рівня ієрархії, звідки певні значення цього об'єкта неявно успадковуються.

Фреймова модель. Фреймові моделі використовують будь-яке уявлення щодо предмету, об'єкту або стереотипної ситуації. Фрейм являє собою складову структурну одиницю, призначену для опису, це сукупність слотів і заповнювачів, які визначають об'єкт, що розглядається в якості стереотипу.

Традиційно структура фрейму може бути представлена як список властивостей:

{Ім'я фрейму:

{ім'я першого слота: значення першого слота}, {ім'я другого слота: значення другого слота}, ..., {ім'я N-го слота: значення N-го слота}}.

Крім того, існує інший запис, який можна представити у вигляді таблиці:

Таблиця 1.1

Структура фрейму

Ім'я фрейму			
Ім'я слота	Значення слота	Спосіб отримання значення	Приєднана процедура
-	-	-	-

Додаткові стовпці таблиці необхідні для опису способу отримання слотом його значення і можливості приєднання до іншого слоту спеціальних процедур, що допускається в теорії фреймів.

Так само як у семантичних мережах, за допомогою АКО-зв'язків відбувається успадкування. Тобто, слот АКО вказує на фрейм більш високого рівня ієрархії, звідки переносяться значення аналогічних слотів.

Формальні логічні моделі. Ця модель представляє собою вираз (або вирази) у вигляді термінів природної мови та лінгвістичних змінних. Вони засновані на класичному численні предикатів першого порядку. Але для їх застосування необхідно, аби предметна область або задача описувалася у вигляді набору аксіом, а тому в промислових ЕС практично не використовується. Проте, вони знаходять поширення в основному в дослідницьких та ігрових системах, де всі варіанти дій і рішень можуть бути представлені у вигляді скінченного набору предикатів і описані [6, с. 19].

1.4 Експертні системи. Основні положення

Експертні системи (ЕС) – це складні програмні комплекси, що акумулюють знання фахівців в конкретних предметних областях і тиражують цей емпіричний досвід для консультацій менш кваліфікованих користувачів [4, с.1]. Інакше кажучи, це інтелектуальна комп'ютерна програма, яка містить знання та аналітичні здібності певного експерта (або декількох експертів) у

певній галузі і здатна робити логічні висновки на основі цих знань, тим самим забезпечуючи вирішення певних задач (консультації, навчання, діагностування, тощо) без присутності самого експерта.

Як і було сказано раніше, база знань є ядром будь-якої інтелектуальної системи, у тому числі експертної системи. Знання потрібні програмі для того, щоб вона вела себе «інтелектуально». Для цього вони структуруються для спрощення процесу прийняття рішень.

Структура експертної системи у загальному випадку представлена на рисунку 1.1.

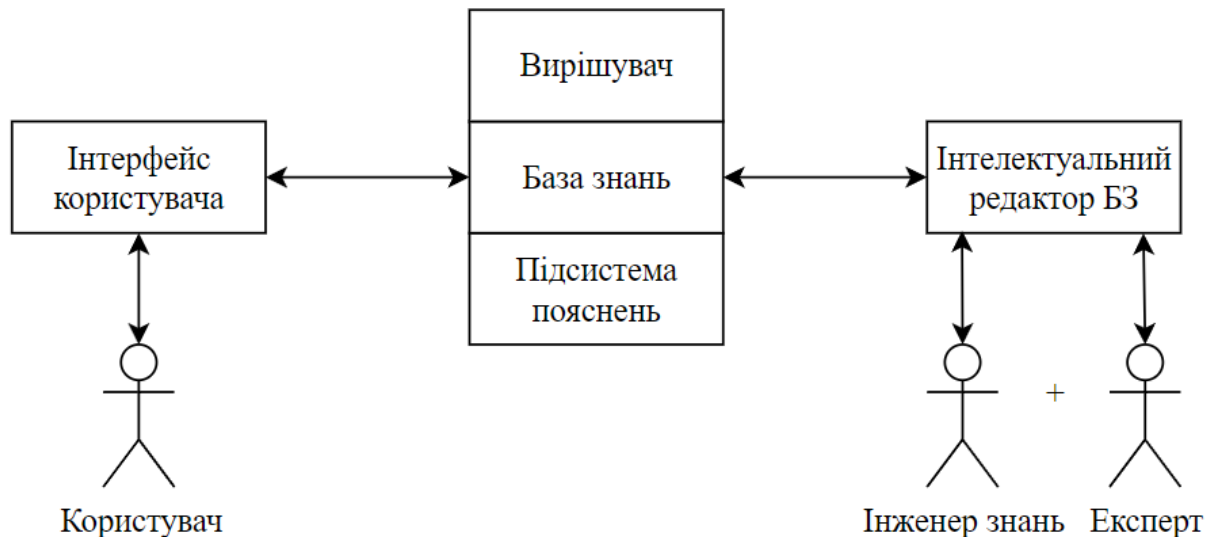


Рис. 1.1. Структура ЕС у загальному випадку

Загалом, експертні системи можуть мати більше компонентів та більш складну структуру, проте, усі елементи зображені на рисунку 1.1 – обов’язкові для будь-якої сучасної ЕС.

Кожен компонент має свою роль:

- Користувач – людина, для якої призначена експертна система. Зазвичай його кваліфікація нижча за необхідну, тому він потребує допомоги ЕС;

- Експерт – фахівець предметної області, володіє великим об’ємом професійних знань або досвідом, необхідними для прийняття складних рішень, які використовуються в даній ЕС;
- Інженер знань – фахівець в області штучного інтелекту, який виступає в ролі проміжного буфера між експертом і базою знань.
- Інтерфейс користувача – програма (або комплекс програм), що реалізує діалог користувача з експертною системою як на стадії введення інформації, так і при отриманні результатів.
- Вирішувач – програма, яка моделює інтелектуальну роботу експерта на підставі знань наявних в базі знань.
- База знань – основа експертної системи, сукупність знань, записаних на машинний носій у формі, зрозумілій експерту і користувачу.
- Підсистема пояснень – програма, що дозволяє користувачу отримати відповідь на питання «як» та/або «чому». «Як» - це опис усього процесу отримання відповідного рішення із використанням фрагментів БЗ, тобто усього ланцюга висновків. «Чому» - безпосередньо посилання на висновок, відхід на крок назад в ланцюгу міркувань. Іноді можуть підтримуватись й інші види питань.
- Інтелектуальний редактор БЗ – програма, що допомагає створювати інженеру знань БЗ в діалоговому режимі.

Мінімальний склад посад (ролей), які беруть участь у розробці та експлуатації експертної системи дорівнює чотирьом: користувач, експерт, інженер знань, програміст. Проте, у реальності ситуація дещо інша, тому до команда зазвичай складається мінімум з 8-10 осіб. Збільшення колективу розробників необхідна з наступних причин:

- Потрібно враховувати думки декількох користувачів, які мають різні характеристики (стать, вік, кваліфікація, досвід тощо);
- Потрібно враховувати думку декількох експертів для зменшення впливу суб'єктивності;
- Потреба в програмістах різного спрямування (Frontend, Backend тощо)

А також до команди може входити РМ (project manager) і, можливо, помічник інженера знань.

1.5 Технології штучного інтелекту

Існує велика кількість технологій штучного інтелекту, які використовуються в експертних системах. Одним з поширених алгоритмів машини висновку є байесовський алгоритм. Основними його перевагами є:

- Алгоритм є простим для розуміння та реалізації;
- Дозволяє працювати з невизначеністю та нечіткими даними;
- Врахування нових «фактів» та можливість змінювати висновки відповідно до них.

Серед інших поширених технологій також розглядалися:

- Система логічного виводу – базується на правилах і логічних операціях, щоб здійснювати виведення. Може застосовуватись для задач, які можна формалізувати за допомогою правил, що не дуже підходить для даної задачі, крім того, вимагає великої кількості цих самих правил та не завжди ефективно працює з нечіткими даними.
- Нейронні мережі – емуляція роботи мозку людини, використовуючи велику кількість з'єднаних штучних нейронів. Використовується для складних завдань, здатна самонавчатись, проте потребує великої кількості даних для тренування.

Отже, була обрана проста та ефективна технологія.

Знання про предметну область описані у вигляді двох наборів:

$Q = \{q_i\}$ – набір питань;

$V = \{v_i\}$ – набір варіантів результату.

А також двох матриць вірогідності: $P_y = \{p_{y_{ij}}\}$ і $P_n = \{p_{n_{ij}}\}$. Де $p_{y_{ij}}$ – вірогідність отримати позитивну відповідь на питання j , якщо i – й результат вірний. Відповідно $p_{n_{ij}}$ – вірогідність отримати негативну відповідь на питання j , якщо i – й результат вірний. Крім того, кожному результату ставиться у відповідність апіорна вірогідність цього результату $P_{\text{апіорна}}$, тобто вірогідність результату у разі відсутності додаткової інформації.

При кожній відповіді користувача на питання визначається апостеріорна вірогідність, при позитивній відповіді:

$$P_{\text{апостер.}} = \frac{P_{y_{ij}} \cdot P_i}{P_{y_{ij}} \cdot P_i + P_{n_{ij}} \cdot (1 - P_i)}, \quad (1.1)$$

При негативній відповіді:

$$P_{\text{апостер.}} = \frac{(1 - P_{y_{ij}}) \cdot P_i}{(1 - P_{y_{ij}}) \cdot P_i + (1 - P_{n_{ij}}) \cdot (1 - P_i)}, \quad (1.2)$$

При невизначеній відповіді апостеріорна вірогідність рівна апіорній.

Апіорна вірогідність рівна:

$$P_{\text{апіорна}} = \frac{1}{\text{кількість кандидатів}}, \quad (1.3)$$

1.6 Мотивація та аналіз задачі

Основною мотивацією до обрання даної теми кваліфікаційної роботи була зацікавленість у ІТ-сфері в цілому, як вона розвивалась та продовжує розвиватись в умовах COVID-19 та повномасштабного вторгнення, які посади на сьогоднішній день оплачуються більше за інші, на яких напрямках недостатньо фахівців, а на яких, можливо, існує перенасичення на ринку праці

та інші питання пов'язані з цією темою. Крім того, враховуючи стрімкий розвиток технологій штучного інтелекту, які зараз дедалі більше і більше проникають в усі сфери діяльності людини, була обрана експертна система для підбору персоналу як представник інтелектуальних інформаційних систем та ШІ.

Звичайно, підбір персоналу це комплексна процедура, яка складається з багатьох етапів, тому повністю замінити їх експертної системою поки що дуже складно, але все ще можливо покращити деякі з них.

Аналіз ІТ-сфери буде проводитись на даних з відкритих джерел. Крім загального аналізу індустрії в Україні та світі, буде проаналізовано різні характеристики спеціалістів у сфері, такі як: вік, стать, ступінь навчання, досвід та інші.

База знань для експертної системи даної кваліфікаційної роботи буде містити як інформацію про прикладні навички «кандидатів», які безпосередньо потрібні на певній посаді, так і про допоміжні, а також освіта, досвід роботи, комунікативні навички та досягнення, можна підібрати кандидата, який буде більше відповідати специфічним вимогам роботодавця.

Суть задачі полягає в тому, щоб створити ЕС, яка буде допомагати певному підприємству підбирати персонал, дивлячись на обов'язки або навички, яких зараз не вистачає. Роботодавець обирає посаду на яку не вистачає робітника, після чого йому задається певна кількість питань та на основі аналізу навичок кожного кандидата на певну посаду, система рекомендуватиме найбільш відповідного.

Особливості задачі:

1. Можливість розглядати декілька посад/напрямів.
2. Експертна система буде враховувати як прикладні навички кандидата так і допоміжні.
3. Простий інтерфейс, у якому не потрібно нічого вводити власноруч, усе зробить програма.

У якості вхідних параметрів задачі будуть виступати:

- Прикладні навички, які безпосередньо потрібні на посаді;
- Допоміжні навички, які можуть допомогти при роботі;
- Інша інформація про кандидата.

Усі вхідні параметри можна розширювати або навпаки зменшувати в залежності від потреб конкретного підприємства.

У якості результату, користувач буде отримувати відповідність (у %) кожного кандидата до обраної посади, а також найкращого (на думку ЕС) кандидата.

1.7 Розробка моделі

Формальна модель задачі складається з самої задачі, яку необхідно розв'язати, з вхідних даних, у даному випадку це база знань, у якій містяться питання та кандидати з рівнем їх навичок. Алгоритм наступний: користувач відповідає на наступне питання «Чи потрібна компанії людина з наступними навичками?». У кожного кандидата, який подався на ту чи іншу посаду, є певний рівень знань, наскільки добре він розбирається в тому чи іншому питанні.

Отже, залежно від необхідних навичок, система рекомендує кандидата на обрану посаду в підприємстві.

У процесі роботи програми, вирішувач, користуючись наборами даних та теоремою Байеса, визначає апостеріорну вірогідність кожного результату, тобто вірогідність, скоректовану відповідно до відповіді користувача на кожне питання.

Висновки

Отже, у першому теоретичному розділі кваліфікаційної роботи були розглянуті основні поняття та терміни, які використовувались при її виконанні. Був зазначений стрімкий ріст рівня автоматизації та інформатизації процесів сучасних підприємств. Інформаційні технології, особливо ті, що засновані на штучному інтелекті (ШІ), поступово інтегруються у всі сфери діяльності людини, забезпечуючи більш високу продуктивність та ефективність виконання різних завдань. ШІ на сьогодні здатний виконувати інтелектуальні задачі, які раніше могли виконувати тільки фахівці у певній предметній області.

Розглянуто поняття інтелектуальних інформаційних систем, які забезпечують інформаційні потреби користувачів шляхом підтримки діяльності людини та пошуку інформації в режимі діалогу на природній мові. Розглянуто класифікацію ІС, одним з напрямів якої є експертні системи.

Одним з основних напрямів у вивченні ШІ є представлення знань та розробка систем, що базуються на знаннях. Ці системи зберігають знання і досвід людини або групи людей у комп'ютері для їх подальшого використання. Розглянуто основні моделі представлення знань, кожна з яких має свої особливості та сфери застосування. Продукційні моделі зав'язані на правилах «ЯКЩО, ТО», фреймові моделі використовують будь-яке уявлення щодо предмету, об'єкту або стереотипної ситуації, фрейм являє собою складову структурну одиницю, призначену для опису, це сукупність слотів і заповнювачів, які визначають об'єкт, що розглядається в якості стереотипу, семантичні мережі дозволяють оперувати поняттями, вираженими на природній мові, формально логічні моделі засновані на класичному численні предикатів першого порядку.

Були описані основні поняття, які стосуються експертних систем, а також обрана технологія штучного інтелекту, яка основана на теоремі Байєса про повну ймовірність. Описана мотивація щодо обраної технології, а також загальна мотивація щодо обраної теми. Була описана суть та особливості задачі.

А також, останній підрозділ стосувався моделі, яка буде використовуватись при рішення задачі про підбір персоналу.

РОЗДІЛ 2 Спеціальний розділ

2.1 Постановка задачі

Основною метою даної кваліфікаційної роботи є вирішення таких задач:

1. Аналіз ІТ-сфери, а саме: детально розглянути український експорт товарів та послуг, визначити, яку частку займають комп'ютерні послуги, скільки грошей вони приносять Україні на даний момент часу та порівняти з минулими роками. Так як на даний момент часу існують дані лише за січень-квітень 2024 року, порівнюватись будуть аналогічні періоди минулих років. Проаналізувати дані про українських ІТ-спеціалістів, такі як: вік, досвід, знання англійської, де працюють та інші. Розглянути українські ІТ-компанії, їх кількість, напрям діяльності, кількість персоналу, а також, заклади, які надають ІТ-освіту в Україні. Останнім кроком аналізу буде визначення заробітної плати спеціалістів обраних спеціальностей, їх обов'язки та відношення кількості кандидатів до кількості вакансій.

2. Розробка експертної системи підбору персоналу. У даній роботі буде розглянуто 5 посад та по 4 кандидати на кожну з них. Суть задачі полягає в тому, щоб створити експертну систему, яка буде допомагати користувачу (або навіть іншому програмному забезпеченню), який не має прикладних навичок або досвіду, підбирати персонал з огляду на певні навички або обов'язки, яких не вистачає підприємству на даний момент. Усього на кожну посаду є 5 питань, які безпосередньо пов'язані з прикладними навичками кандидата, а також 6 загальних питань, які пов'язані з «soft skills» кандидатів, а також з досвідом і т.п.

2.1.1 Задача підбору персоналу

У якості моделі представлення знань була обрана продукційна модель. Вона є найбільш простою в реалізації, зрозумілою, привертає своєю наочністю, високою модульністю, легкістю внесення доповнень і змін та простотою механізму логічного виведення. Найчастіше така модель представлення знань використовується в промислових ЕС.

Для функціонування експертної системи потрібно створити базу знань, у якій будуть зібрані усі питання та альтернативи, які використовуються при роботі ЕС.

Сама база знань має вигляд текстового файлу з наступними рядками:

1. Назва БЗ (не обов'язково);
2. Інформація про розробника (не обов'язково);
3. Загальна інформація про БЗ (не обов'язково);
4. Назва посади/розділу питань;
5. Перелік питань, які стосуються певної посади або розділу питань;
6. Перелік кандидатів на кожну посаду. Має вигляд словника, у якому записані результати відповіді на питання за теоремою Байєса про повну ймовірність.

2.2 Український експорт товарів та послуг

Як уже було зазначено раніше, експорт товарів та послуг майже завжди мав великий відсоток серед ВВП країни. Для того, щоб визначити економічний вклад комп'ютерних послуг та ІТ-сфери в цілому, потрібно розглянути, які товари та послуги взагалі імпортують інші країни з України, який від цього загальний прибуток, а на основі цих даних визначити відсоток саме КП.

Так як на сьогоднішній день Національний банк України надає інформацію по експорту лише за січень-квітень 2024 року, то для того, щоб оцінити зріст або падіння тих чи інших товарів та послуг за минулі роки,

потрібно взяти той самий період часу. У додатку В наведено таблицю з динамікою експорту послуг за видами, за перші 4 місяці кожного року.

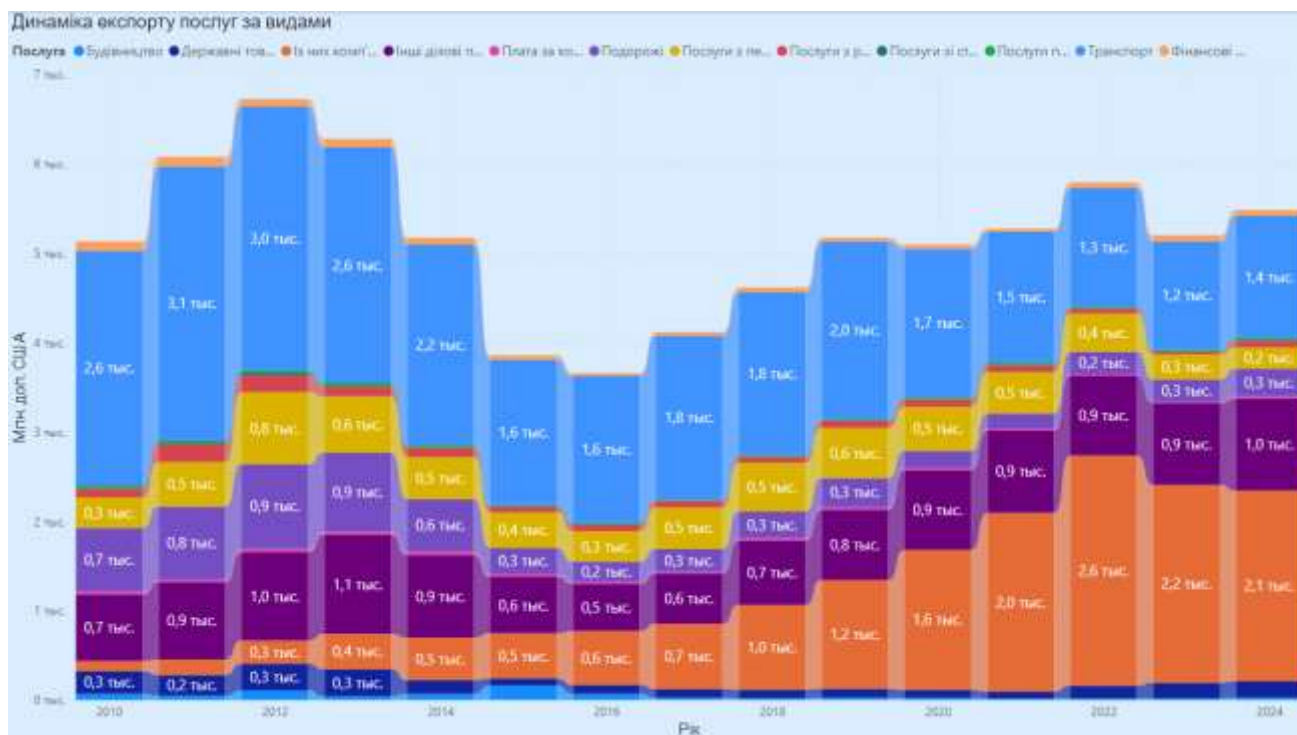


Рис. 2.1. Динаміка експорту послуг за видами, січ.-квіт. 2010-2024 року, млн.дол.США

На рисунку 2.1 видно, що за останні 10 років спостерігається стрімке зростання експорту комп'ютерних послуг, його частка серед усіх експортованих послуг збільшилася більш ніж на 30%, та на 2024 рік складає 39%. З 2021 року комп'ютерні послуги утримують перше місце перевищив навіть транспортні послуги. Інші послуги у більшості своїй залишаються на одному рівні або втрачають свою частку серед експорту послуг. Це показує, що ІТ в Україні стає все більш важливим фактором зміцнення економіки країни. Також видно, що в цілому експорт послуг не сильно постраждав від початку повномасштабного вторгнення чи пандемії, проте за останні 3 роки у комп'ютерних послугах відбувся спад в 2-5%.

Динаміка товарної структури експорту також наведена у додатку В.

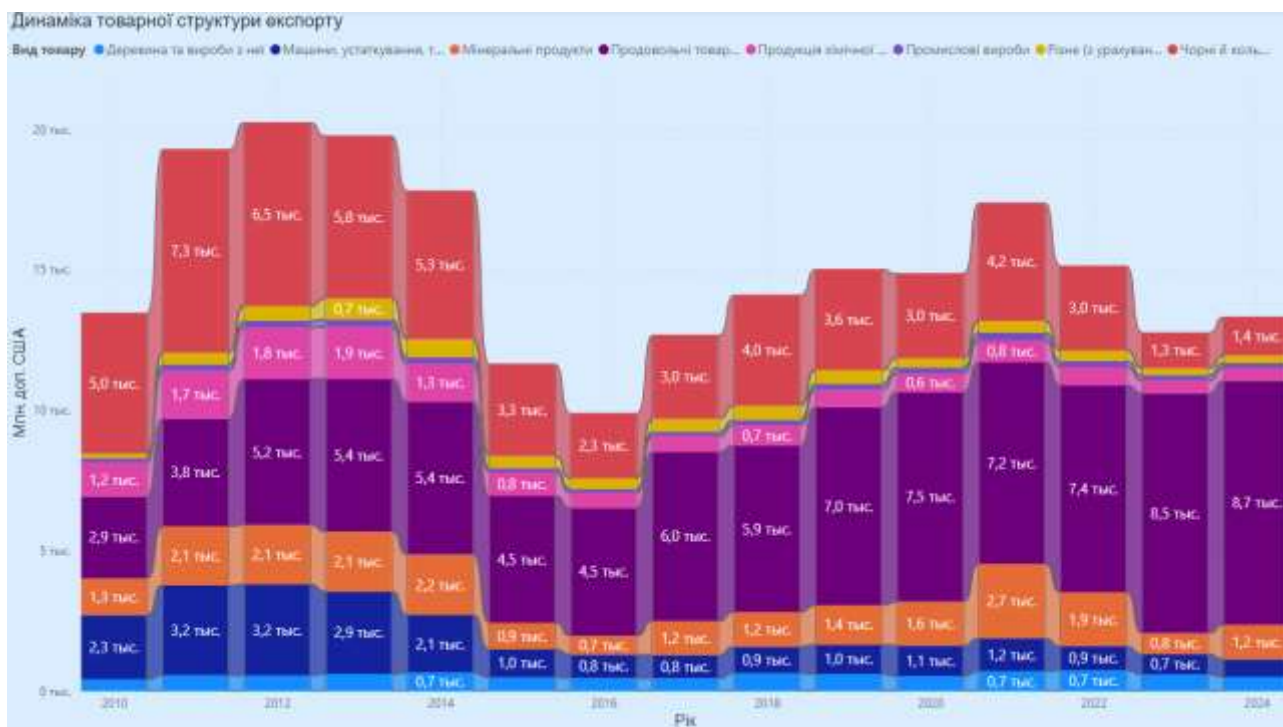


Рис. 2.2. Динаміка товарної структури експорту, січ.-квіт. 2010-2024 року, млн.дол.США

На рисунку 2.2 можна побачити, що з 2014 року перше місце серед товарного експорту займають продовольчі товари та сировина для їх виробництва, за перший квартал 2024 року вони принесли Україні 8.7 мільярдів доларів США та мають частку рівну 46% серед усього товарного експорту. На другому місці йде експорт чорних та кольорових металів та виробів з них, а також видно, що з початку війни він постраждав найбільше, а його частка серед загального експорту товарів зменшилась з 19% до 7%, тобто відбувся спад на 12%. Крім того, експорт мінеральних продуктів також зменшився на 8-5%, проте це не перший випадок такого спаду, тому, можливо, на це вплинули інші причини. На відміну від послуг, які постраждали не так сильно, загальний товарний експорт з початку повномасштабного вторгнення зменшився на 30%.

Отже, далі буде доцільно розглянути, як змінювався експорт склавши разом товари та послуги. Динаміка експорту товарів та послуг за січень-квітень 2010-2024 років зображена на рисунку 2.3.



Рис. 2.3. Загальний експорт товарів та послуг України, січ.-квіт. 2010-2024 рік, %

На рисунку 2.3 можна побачити, що з усього різноманіття експортованих товарів та послуг, комп'ютерні послуги займають частку в 11-12%. У порівнянні, усі інші послуги разом мають лише 16-18% від загального експорту. Отже, в економічному плані аграрна продукція та комп'ютерні послуги є лідерами з точки зору експорту.

Перелік країн, які імпортують комп'ютерні послуги з України достатньо великий, але на 2024 рік основними імпортерами є США, Мальта, Велика Британія, Ізраїль, Кіпр, Швейцарія, Німеччина, Польща, Естонія, Канада. При цьому, США залишається безумовним лідером більш ніж 10 років. На рисунку 2.4 зображено динаміку експорту комп'ютерних послуг за основними країнами партнерами.

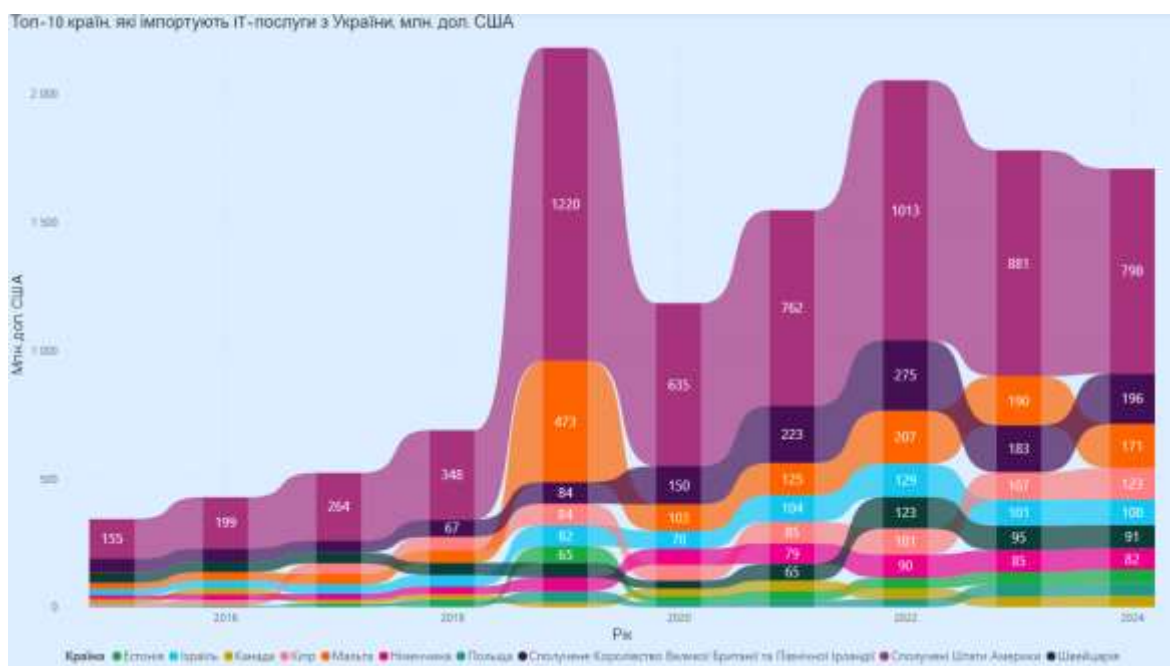


Рис. 2.4. Динаміка експорту комп'ютерних послуг за основними країнами-партнерами, млн. дол. США

Більше даних про країни-партнери можна знайти у додатку В цієї кваліфікаційної роботи.

На рисунках 2.5-2.7 можна побачити загальну суму експорту товарів та послуг за січень-квітень 2015-2024 років.

Загальна сума експортованих послуг за 2015-2024 рік. Млн. дол. США

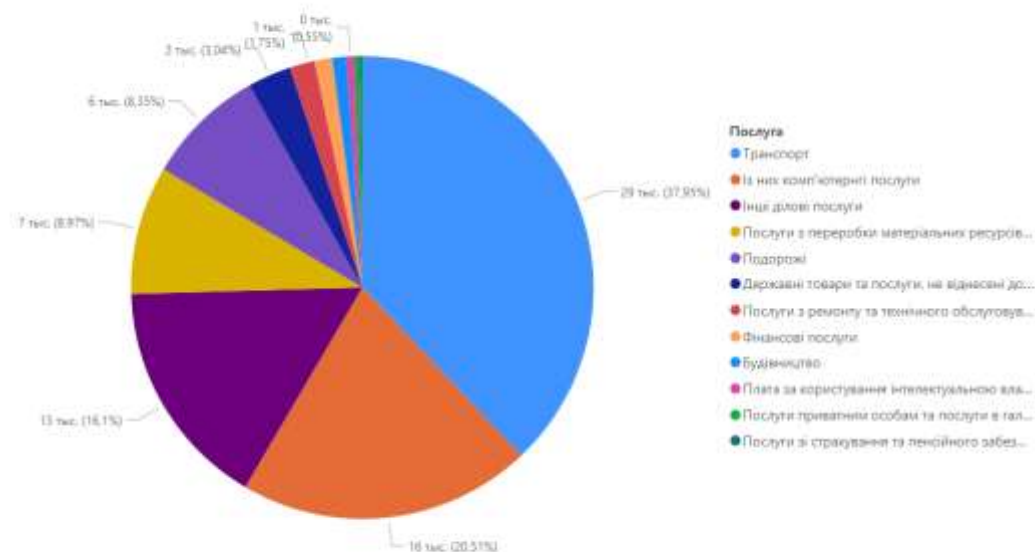


Рис. 2.5. Загальна сума експортованих послуг за видами, січ.-квіт. 2015-2024, млн.дол.США
 Загальна сума експортованих товарів за 2015-2024 рік. Млн. дол. США

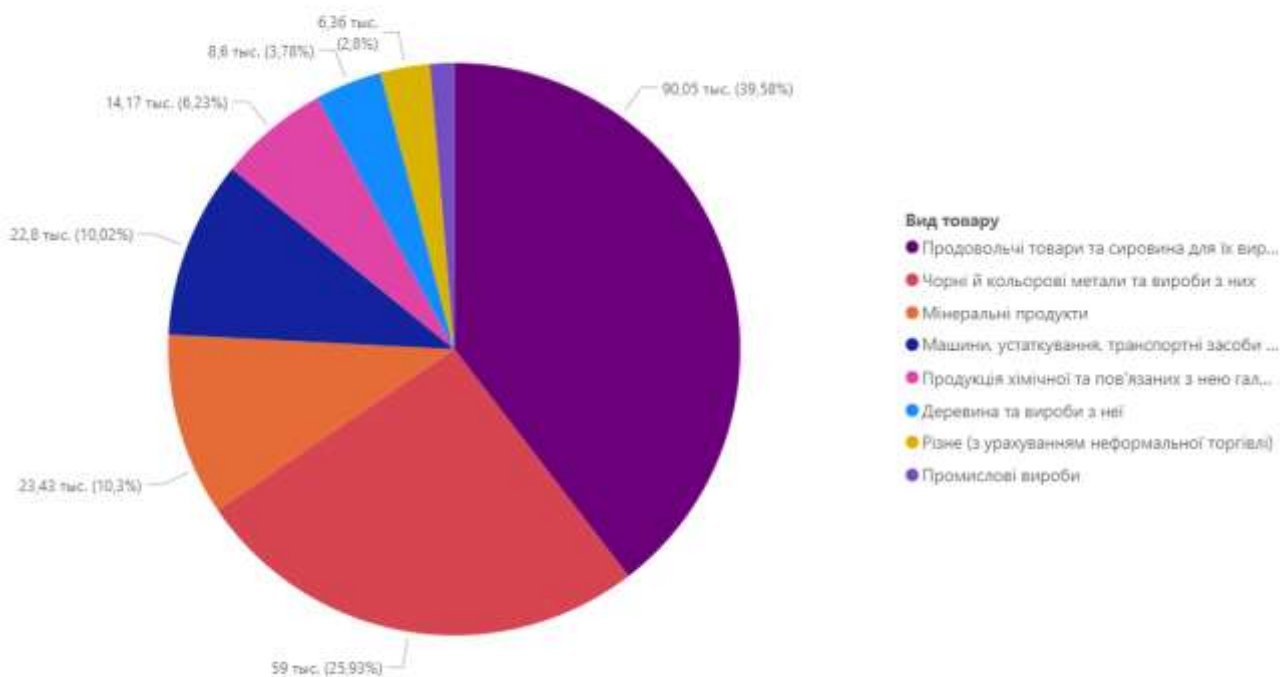


Рис. 2.6. Загальна сума експортованих товарів за видами, січ.-квіт. 2015-2024, млн.дол.США

Загальна сума експорту комп'ютерних послуг по країнах за 2015-2024 рік. Млн. дол. США

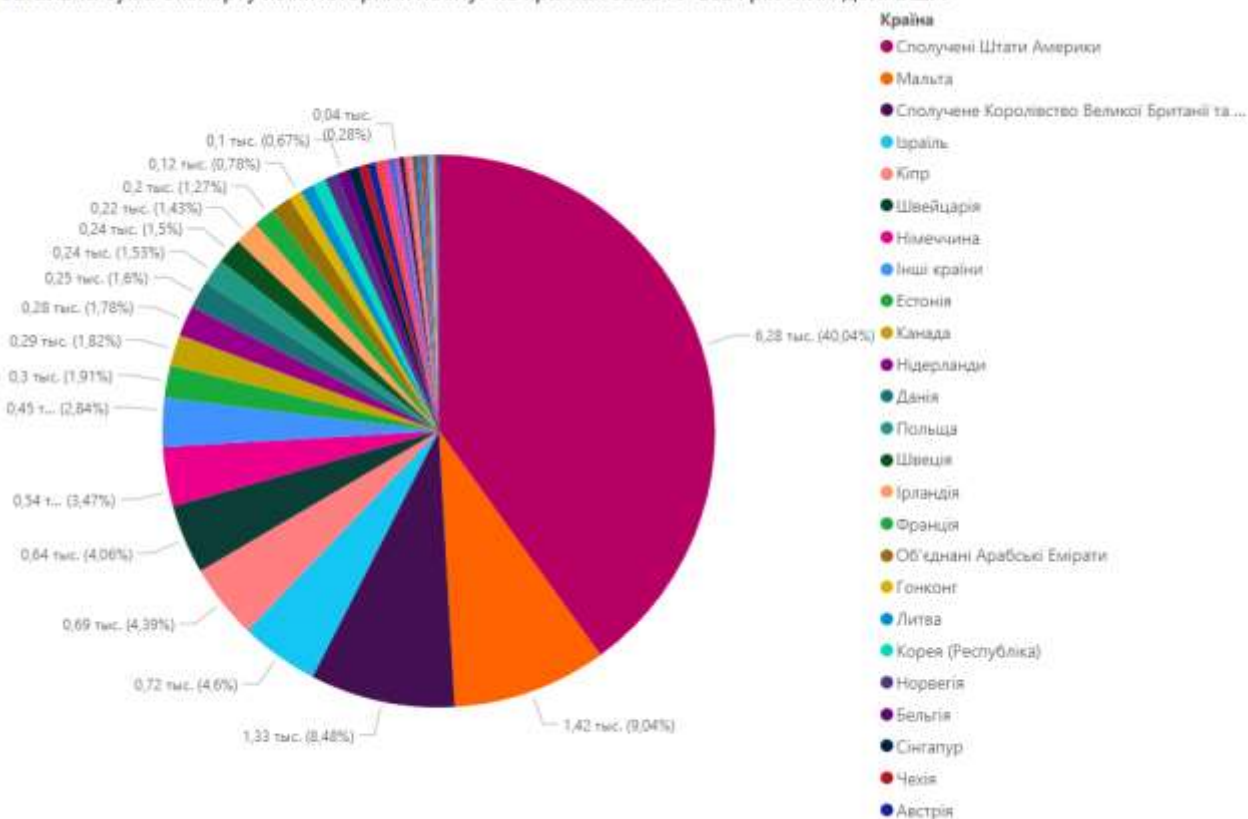


Рис. 2.7. Загальна сума експорту комп'ютерних послуг по країнах за січ.-квіт. 2015-2024 роки, млн.дол.США

2.3 Огляд українських ІТ-компаній та освіти

ІТ-компанії в Україні часто складаються з багатьох юридичних осіб, створених для різних сфер діяльності або навіть окремих продуктів, тому точну кількість ІТ-компаній важко підрахувати, оскільки відстежити, скільки юридичних осіб складають одну ІТ-компанію, досить складно. За даними Ukrainian Tech Ecosystem [9] на червень 2024 року в Україні налічується більш ніж 2200 ІТ-компаній різного напрямлення. З них 1660 компаній, які виробляють певні продукти та 554 сервісні компанії.

На рисунку 2.8 зображена частка ІТ-компаній серед загальної їх кількості за кількістю працівників.

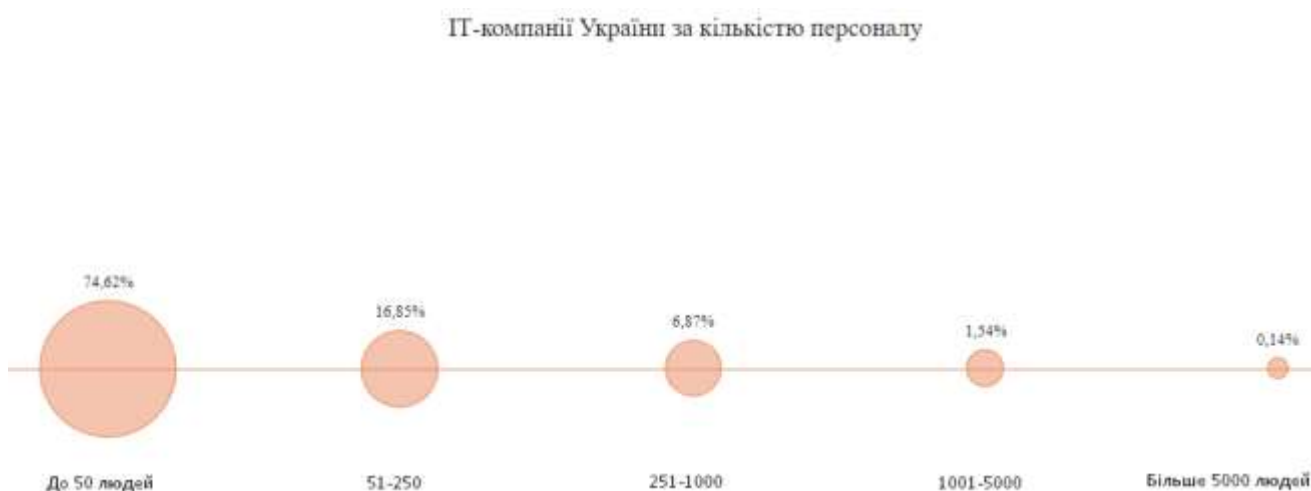


Рис. 2.8. ІТ-компанії України за кількістю персоналу

Отже, переважна більшість українських компаній мають штат до 50 осіб.

Більш точні дані наведено у таблиці 2.1

Таблиця 2.1

ІТ-компанії України за кількістю персоналу

За кількістю людей	Продуктові	Сервісні	Усього	Частка від загальної кількості
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-

Усього	1660	554	2214	-
До 50 людей	1348	304	1652	74,62%

Продовження табл. 2.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
51-250	211	162	373	16,85%
251-1000	79	73	152	6,87%
1001-5000	19	15	34	1,54%
Більше 5000 людей	3	0	3	0,14%

ІТ-компанії працюють у самих різноманітних сферах життя людини. На рисунку 2.9 зображено за якими напрямками вони працюють в Україні.



Рис. 2.9. Продуктивні ІТ-компанії України за вертикалями

Більш детально можна розглянути у таблиці з Додатку Г.

Окрім ІТ-компаній, в Україні багато закладів, які надають ІТ-освіту дітям та студентам різного віку. Тип закладу та їх кількість наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2

Кількість закладів, які надають ІТ-освіту в Україні

Тип закладу	Кількість
Коледж	133
Курси	43
Університет	181
Школа	36

За даними сайту Research in Germany [12] у Німеччині нараховується набагато менша кількість технічних університетів вищої освіти. Серед них 20 технологічних університетів та 40 технічних університетів прикладних наук, це в 3 рази менше ніж в Україні. За даними [13] у Польщі таких університетів налічується 18 державних та 5 приватних.

Тобто, можна сказати про певну перенасиченість України вищими закладами технічної направленості.

2.4 Українські ІТ-спеціалісти

Зі зростом та розвитком ІТ-індустрії збільшується й кількість людей, які шукають роботу саме в цьому напрямку діяльності. За дослідженнями ІТ Ukraine Association [2], кількість людей, які працюють у сфері збільшилась на 50% у порівняння з 2019 роком, при цьому, у 2020 році приріст склав 11,48%, у 2021 цілих 21,34%, але у 2022 році цей показник склав 8,3%, а після повномасштабного вторгнення за 2023 рік прийшло лише 2,79% нових спеціалістів. На 18 червня 2024 року, тільки на work.ua роботу у сфері інформаційних технологій шукають майже 15000 кандидатів. У таблицях 2.3-2.6 наведені статистичні дані про українських ІТ-спеціалістів, які знаходяться в пошуку роботи.

Таблиця 2.3

Кількість кандидатів за віком

Вік	Кількість кандидатів
До 20 років	2478
21-25	3511
26-30	2659
31-35	2339
Більше 36	3324

Таблиця 2.4

Кількість кандидатів за ступенем освіти

Ступінь освіти	Кількість кандидатів
Вища	8951
Незакінчена вища	2984
Середня спеціальна	1011
Середня	562
Ще студент	1946

Таблиця 2.5

Кількість кандидатів за рівнем англійської мови

Рівень англійської	Кількість кандидатів
Вільне володіння	428
Просунутий рівень	1064
Вище середнього	3175
Середній	7672
Початковий	2493

Таблиця 2.6

Кількість кандидатів за досвідом роботи

Досвід роботи	Кількість кандидатів
Без досвіду	3201
До 1 року	1220
1-2 роки	1569
3-5 років	3257
Понад 5 років	5653

Отже, за віком кандидати мають приблизно однакову частку від загального числа, проте кандидатів віком від 21 до 25 років, а також тих кому більше 36 років на 6-9% більше. Зазвичай це студенти, які закінчують або тільки закінчили ВУЗи або вже досвідчені люди, можливо, серед них є й ті хто втратив роботу через повномасштабне вторгнення і шукають нове робоче місце. Крім того, слід зазначити, що за результатами опитування українських ІТ-спеціалістів за грудень 2023 року, серед працюючих спеціалістів переважно

люди віком 26-30 років, а саме 31%, до 20 років – лише 3%, 21-25 – 24%, 31-35 – 25%, а тих кому більше 36 – 17%.

За освітою, як серед вже працюючих в індустрії, так і серед кандидатів, переважна більшість з вищою освітою, серед працюючих 87%, а серед кандидатів 58%. Велика кількість студентів шукають роботу в ІТ-сфері ще при навчанні, 13% серед усіх кандидатів, найменше кандидатів з середньою та середньою спеціальною освітами – 4% та 7% відповідно. Незакінчену вищу мають 19% шукачів.

Англійська мова є найбільш поширеною серед ІТ-спеціалістів та світу в цілому. Серед усіх кандидатів трохи більше половини, а саме 52%, мають середній рівень, серед працюючих у сфері цей показник становить 32%, далі йдуть 21%, які вказали вище середнього та 43% серед активних працівників, на початковому рівні розуміють 17% кандидатів та 2% в індустрії, найменшу частку мають кандидати з просунутим рівнем або вище – 10% шукачів та 13% сфери.

За досвідом роботи, найбільше частку серед кандидатів займають досвідчені працівники з досвідом більше 5 років – 38%, у індустрії цей показник дорівнює 30%. 3-5 років досвіду мають 22% шукачів та 36% в індустрії. 1-2 роки у сфері працювало 11% кандидатів та 28% працюючих, до 1 року або взагалі без досвіду шукають роботу 29% та 6% працює.

На рисунках 2.10-2.13 можна побачити ті самі дані у графічному вигляді.

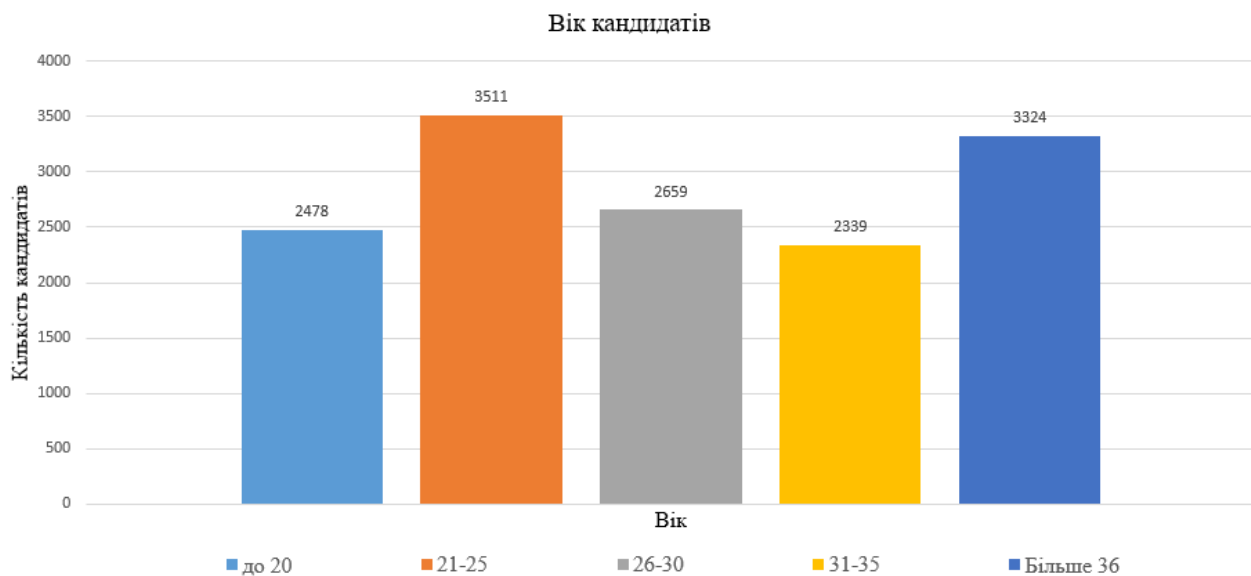


Рис. 2.10. Кількість кандидатів за віком



Рис. 2.11. Кількість кандидатів за ступенем освіти

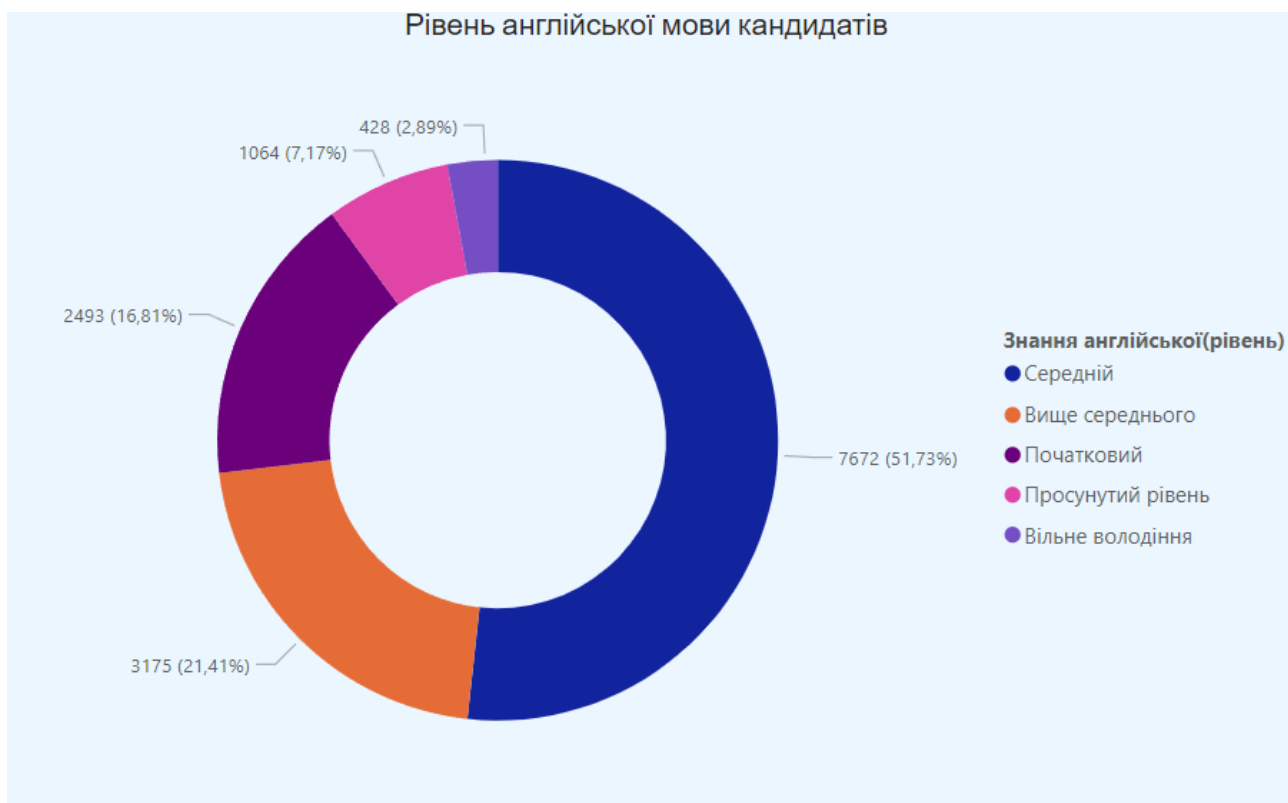


Рис. 2.12. Кількість кандидатів за рівнем англійської мови

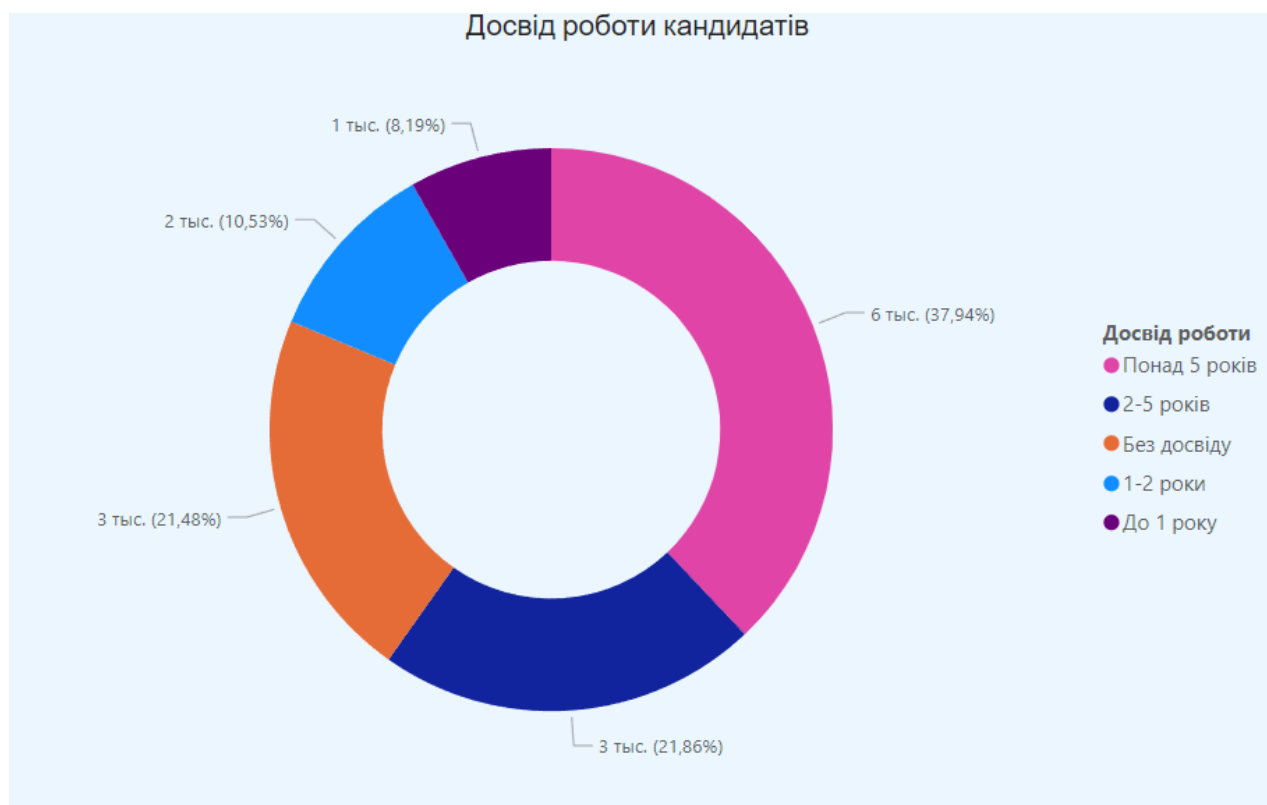


Рис. 2.13. Кількість кандидатів за досвідом роботи

На рисунку 2.14 наведена кількість кандидатів за статтю. Видно, що чоловіків в ІТ-індустрії все ще більше ніж жінок, 61.22% на 38.78%, серед активних працівників цей показник становить 74% чоловіків та 26% жінок.

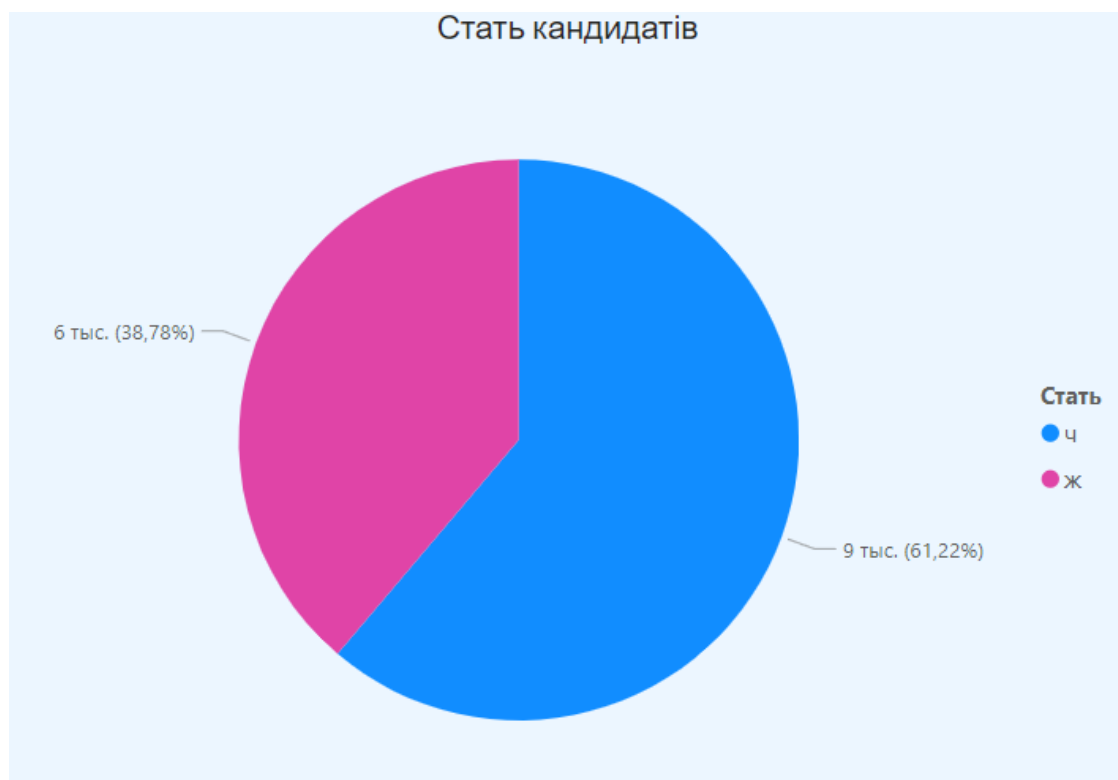


Рис.2.14. Кількість кандидатів за статтю

2.5 Вакансії та кандидати. Заробітна плата спеціалістів з України

ІТ-сфера в Україні розвивається стрімкими темпами, тому й кількість ІТ-спеціалістів зростає з кожним роком у середньому на 18-20%. За даними [11] та [14], у 2021 році в Україні налічувалось понад 252 тисяч спеціалістів, у 2022 році 285 тисяч, а у 2023 цифра перейшла рубіж у 300 тисяч та становила понад 307 тисяч українських ІТ-спеціалістів. Навіть в умовах війни кількість вакансій та шукачів роботи у сфері ІТ продовжує збільшуватись.

У таблиці 2.7 зібрані дані про те, на яких посадах працюють українські ІТ-спеціалісти, інформація взята з анкетування dou.ua [11] за грудень 2023 року. Чітко видно, що переважна більшість опитаних, а саме 49.17% працюють на

посаді Software engineer/Programmer. На другому місці йдуть QA/AQA спеціалісти – 18.21%. Різні PM,DM,EM та пов'язані з ними мають 6.2%, це майже у 3 рази менше за друге місце по кількості спеціалістів, далі DevOps,SRE з 4.07%, а також Designer/Artist – 3.94%. Разом, усі вищеописані посади (у кількості 6) мають 81.61% серед опитаних. Інші опитані 18.39% працюють на самих різноманітних посадах (у кількості 20 посад та тих, що вказали інше).

Таблиця 2.7

Посади українських ІТ-спеціалістів

Найменування посади	Кількість спеціалістів
Analyst (Business, Data, System etc)	430
Customer Success	23
Data Science, Machine Learning, AI, Big Data, Data Engineer	298
DBA	13
Designer / Artist (Graphic, Video, UX/UI)	476
DevOps, SRE	492
ERP/CRM	44
Finance /Accounting /Internal Audit	28
Game Design (Game, Level, Narrative)	65
Hardware Engineer	10
HR/Recruiter/Learning and Development	414
HTML Coder	35
Legal	14
Localization specialist / Translator	5
Marketing, PR, SEO, Copywriter	252
Office manager	13
Project/Product/Program/Delivery/Engineering Manager, Product Owner, Producer, Scrum Master	749
QA / AQA Engineer (Junior, Middle, Senior, Team/Tech Lead, Manager)	2199
Sales / Business Development	82
Security Specialist	70
Software Engineer / Programmer	5937
Sound Specialist / Designer	2
Support (Customer, Technical, Community)	132
SysAdmin	111
Technical writer	30
CTO, Director of Engineering, Program Director, COO, CEO, (co-)founder	110
Інше	40
Усього	12074

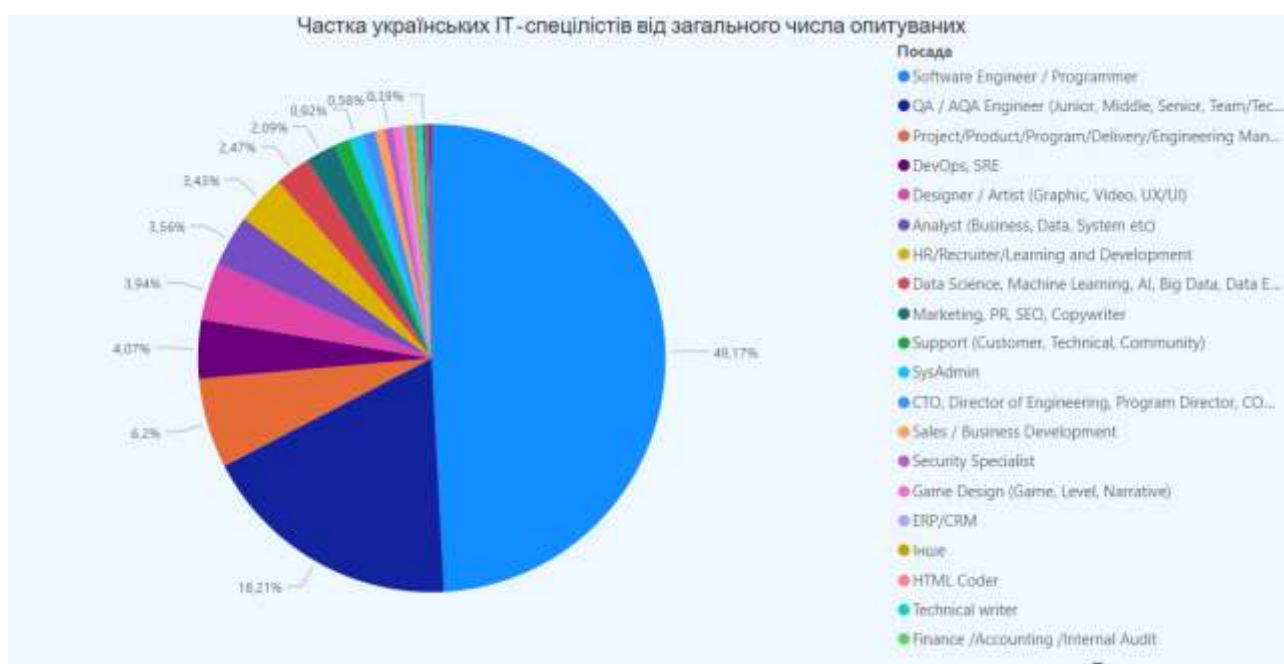


Рис. 2.15. Частка українських ІТ-спеціалістів від загального числа опитуваних

Було обрано декілька посад та проаналізовано їх заробітну плату в залежності від рівня англійської мови та типу компанії. Також було визначено на які посади та з якою освітою можливо потрапити. Дані заробітної плати були взяті за грудень 2023, кількість кандидатів та вакансій на ці посади за 18 червня 2024 року.

У таблиці 2.8 наведено дані про кількість кандидатів та вакансій на певну посаду. Таким чином, найбільше українські роботодавці на work.ua шукають Support/спеціаліст технічної підтримки – 210 вакансій, Data analyst – 124 вакансії, далі Project manager – 86 вакансій та SysAdmin – 73 вакансії. У середньому, на кожен з посад існує по 5 кандидатів. Найбільше кандидатів на посаду Support – 1002, далі SysAdmin – 780, Project manager – 700 кандидатів та Data Analyst – 471 кандидат. При цьому, Кандидатів на посаду SysAdmin більш ніж у 10 разів більше за кількість вакансій, Project Manager та Junior software engineer більш ніж у 8 разів, а HR навпаки, майже 1 до 1, PR-manager майже 2 до 1, так само як і System analyst та Business analyst. Найменше роботодавці

шукають System analyst – 11 вакансій, Game designer – 13 вакансій, junior QA – 16 вакансій, DevOps та PR-manager, по 23 та 24 вакансії відповідно.

Отже, найменш перенасиченими є посади HR/PR manager, Recruiter та System/Business analyst, але відповідно вакансій на ці посади відносно мало. Посади з великою кількістю вакансій, а саме: Support та Data analyst будуть мати у середньому по 3-4 кандидати на 1 вакансію, тоді як найбільш перенасичені посади: SysAdmin, Software engineer та Project manager у середньому мають конкуренцію у 8-10 людей на одну вакансію.

Таблиця 2.8

Кількість вакансій та кандидатів на обрані посади

Посада	Кандидатів	Вакансій
Business analyst	114	47
Data analyst	471	124
System analyst	25	11
Junior QA	115	16
SysAdmin	780	73
Product manager	97	26
Project manager	700	86
Game designer	82	13
PR Manager	50	24
DevOps	100	23
Junior software engineer	441	52
Recruiter	33	35
HR manager	38	34
Support	1002	210
Усього кандидатів/вакансій	4048	774

На рисунку 2.16 зображено розподіл загальної кількості вакансій, які знаходяться на dou.ua за типом робочого місця, а саме: дистанційно, офіс, за кордоном. Видно, що більша частина роботодавців шукають спеціалістів на дистанційну роботу – 65.45%, також 22.03% на цьому сайті шукають спеціалістів для роботи за кордоном і лише 12.52% переважно офісне робоче місце.

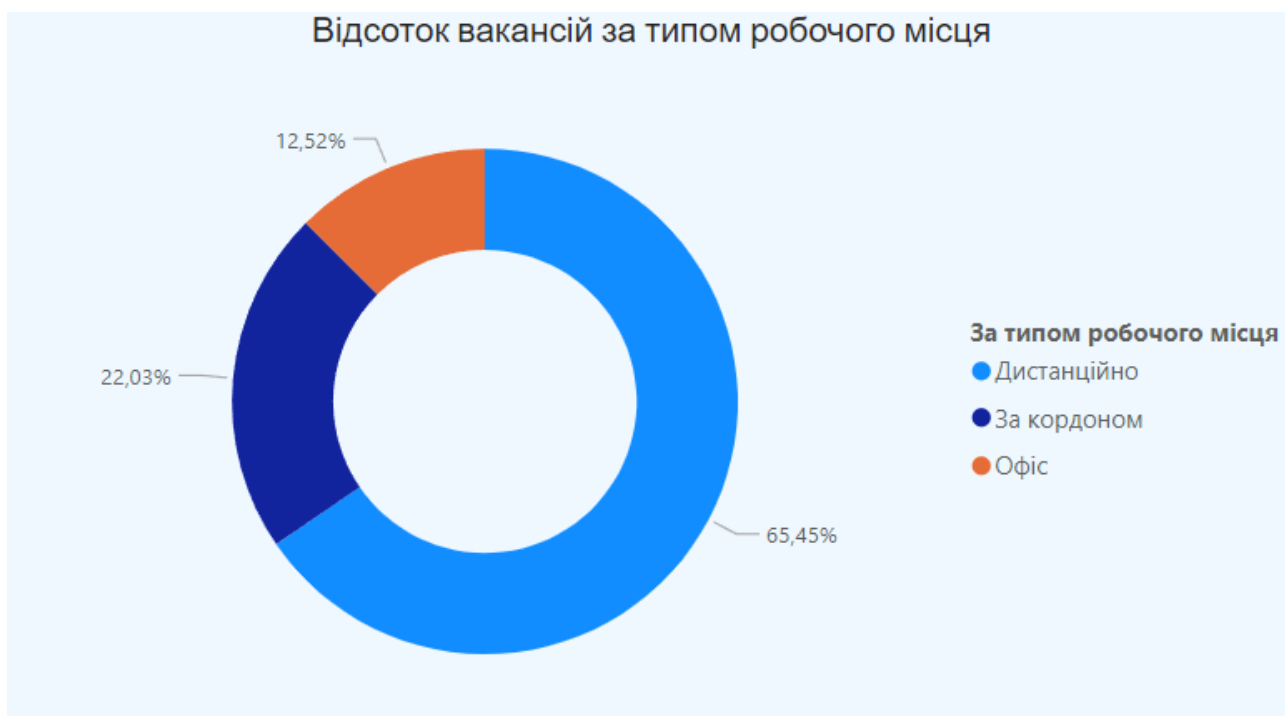


Рис. 2.16. Розподіл загальної кількості вакансій за типом робочого місця

Далі була зібрана інформація про заробітну плату спеціалістів залежно від напрямку компанії, а саме: аутсорсингова, аутстафінгова, продуктова компанія або стартап. Аутсорсингові компанії займаються наданням послуг, при яких компанія-клієнт передає певні бізнес-процеси або функції (як правило неосновні) на виконання третій стороні, тобто аутсорсеру. Їх діяльність може включати ІТ-послуги, такі як розробку програмного забезпечення, управління базами даних, кібербезпеку та інші, так і бухгалтерські послуги, послуги з найму персоналу, управління call-центрами, обслуговування клієнтів та інше. Вони можуть пропонувати спеціалізовану експертизу та технології, яких не має компанія-клієнт.

Аутстафінгові компанії займаються наданням послуг, при яких співробітники компанії-постачальника працюють на користь клієнта, при цьому залишаючись у штабі постачальника. Тобто, це дозволяє компанії-клієнту швидко збільшити масштаб команди, при цьому не змінюючи власний штаб, що дозволяє зменшити витрати на управління персоналом та збільшити гнучкість ресурсів. Аутстафінгові компанії дозволяють компанії-клієнту

отримати висококваліфікованих працівників без необхідності їх постійного найму.

Продуктові компанії займаються розробкою, підтримкою та комерціалізацією власних програмних продуктів. Вона створює програмне забезпечення, яке потім продає або ліцензує іншим компаніям або кінцевим користувачам. Спектр продуктів над якими може працювати така компанія досить широкий та різноманітний.

ІТ-стартапи в основному зосереджені на розробці інноваційних технологічних продуктів або послуг, які вирішують конкретні проблеми або задовольняють певні потреби на ринку.

Серед людей, які пройшли опитування dou.ua за грудень 2023 року 4693 працюють в аутсорсингових компаніях, 1362 в аутстафінгових компаніях, 5039 в продуктових та 570 працюють над стартапами. У додатку Д можна знайти таблицю з розподілом зарплат спеціалістів залежно від посади, досвіду та напрямом діяльності компанії, пусті поля таблиці означають, що серед опитаних не було підходящих під описані критерії.

За результатами аналізу було встановлено, що найбільшу заробітну плату серед анкетованих отримують Data Scientist з досвідом більше 6 років у продуктивній компанії – 7250\$. На другому місці з приблизно однаковими значеннями йдуть DevOps аутстафінгових компаній та стартапи з середньою заробітною платою 6850\$ для досвідчених спеціалістів, у продуктивних та аутсорсингових компаній заробітна плата більш ніж на 1000\$ менша.

У середньому, продуктивні компанії платять своїм молодосвідченим працівникам більше ніж компанії інших напрямків, проте Business analyst отримують на 300\$ більше в аутсорсингових компаніях, Project manager та Recruiter отримують більше на 200\$-300\$ у аутстафінгових компаніях, це логічно з точки зору напряму діяльності таких компаній. При цьому, QA майже завжди має в середньому 800\$ заробітної плати, а у стартапі їм платять 900\$. Найбільше отримують DevOps – 2500\$, Data Scientist та Product manager –

2100\$ продуктивних компаній серед опитаних з досвідом до 2 років. Найменше отримують SysAdmin та Game Designer. Середня зарплата спеціалістів з досвідом до 2 років – 1068\$.

Для спеціалістів з досвідом 3-5 років середня заробітна плата збільшується майже у 2 рази та становить 2020\$. При цьому, у середньому продуктивні компанії платять своїм працівникам на 29% більше ніж аутсорсингові компанії та на 7% більше ніж аутстафінгові. При цьому, business analyst, product/project manager, QA та HR отримують менше ніж в аутсорсингових та аутстафінгових компаніях. Найбільше спеціалісти з досвідом 3-5 років отримують на посадах: DevOps – 3800\$-4000\$ для аутстафінгових та продуктивних компаній, Product manager 3900\$-4000\$ для аутсорсингових компаній та стартапів та Data scientist – 3800\$ для продуктивних компаній. Найменше платять на посадах: Support – 750\$-850\$ для аутсорсингових компаній та стартапів, Game designer – 850\$, PR-manager – 925\$ в аутсорсингових компаніях.

Спеціалісти з досвідом більше 6 років у середньому отримують на 70% більшу зарплатню, середнє значення якої – 3438\$. У продуктивних компаніях зарплати все ще більше ніж в аутсорсингових на 25,8% та в аутстафінгових на 21,7%. Найбільшу середню заробітну плату отримує Data scientist продуктивної компанії у розмірі 7250\$, за ними йдуть DevOps аутстафінгової компанії та стартапу – 6833\$-6900\$ та Product manager аутсорсової компанії – 6000\$. Найменше отримують Game designer на аутсорсі – 1000\$, SysAdmin аутстафінгової компанії та стартапу – 1150\$-1200\$, а також продуктивної компанії – 1900\$.

У таблицях 2.9 та 2.10 відображена заробітна плата для спеціалістів обраних посад за досвідом та рівнем англійської мови: Elementary-Intermediate та Intermediate-Advanced відповідно за грудень 2023 року.

Таблиця 2.9

**Заробітна плата спеціалістів за досвідом та знанням англійської на рівні
Elementary-Intermediate**

Посада	Досвід до 2 років	3-5 років	Більше 6 років
Business analyst	1000	2200	2400
Data analyst	800	1825	2250
System analyst	-	2125	-
Data scientist	1350	3300	-
Junior QA	800	1140	-
SysAdmin	591	1105	1100
Product manager	1750	3500	4100
Project manager	1000	1500	2825
Recruiter	700	1100	1675
HR manager	925	1100	2000
Game designer	650	2150	-
PR Manager	-	925	-
DevOps	1500	3400	4825
Junior software engineer	900	1250	1650
Support	650	1000	1200

Таблиця 2.10

**Заробітна плата спеціалістів за досвідом та знанням англійської на рівні
Intermediate-Advanced**

Посада	Досвід до 2 років	3-5 років	Більше 6 років
Business analyst	1425	2400	4000
Data analyst	1000	2420	3650
System analyst	1380	3100	-
Data scientist	1100	3750	6950
Junior QA	800	1000	-
SysAdmin	700	1150	1500
Product manager	2100	3500	5263
Project manager	1200	2280	3500
Recruiter	725	1100	2000
HR manager	900	1300	2000
Game designer	640	1800	2633
PR Manager	1100	1275	2150
DevOps	1700	3600	6000
Junior software engineer	910	1350	-
Support	800	1295	2400

Пусті поля в таблицях 2.5 та 2.6 означають, що серед тих хто пройшов анкету не було спеціалістів, які б підходили за заданими критеріями.

Отже, серед анкетованих не було спеціалістів на посаді System analyst або PR manager зі знанням англійської низького-середнього рівня, крім того, не знайшлось System analyst та Junior QA досвід яких був більше 6 років.

У середньому, спеціалісти з однаковим досвідом до 2 років, але з більшим рівнем англійської мови отримують на 11% більше. Найбільший приріст мають Business analyst, які отримують на 43% більше, а також Data analyst на 25% більше. При цьому, серед опитаних Data scientist з кращим знанням англійської мови у середньому отримує на 19% менше.

Для спеціалістів з кращим знанням англійської та досвідом 3-5 років середня заробітна плата зростає на 15%. Найбільший приріст отримують Project manager – 52%, System analyst – 46%, а також PR-manager – 38%. Game designer отримує на 16% менше, а Junior QA отримує на 12% менше. При цьому, на відміну від спеціалістів з досвідом до 2 років, Business analyst з досвідом 3-5 років отримує лише на 9% менше.

Спеціалісти з досвідом більше 6 років вже отримують значно більше в середньому залежно від рівня англійської мови, а саме на 40% більше. Найбільший приріст у Support – на 100% більше, Business analyst отримує на 67% більше, а Data analyst на 62% більше. HR manager з досвідом більше 6 років отримує однаково незалежно від знання англійської.

На посадах Business analyst, Data analyst, System analyst, Data scientist, Product manager, Recruiter, HR manager, Game designer, PR-manager, Junior software engineer були лише анкети людей з вищою освітою та декілька анкет у яких вказано «ще студент». Серед QA були люди від середньої освіти до кандидатської/докторської ступені. На посадах SysAdmin, Project manager, DevOps, Junior software engineer та Support освіта варіюється від середньої до вищої. Найменша кількість анкет була серед PR-manager – 15, System analyst –

18 та Game designer – 29. Усі інші посади мали від 60 до 1000 анкет, у середньому 275.

З червня 2021 по червень 2023 зарплата PR-manager стабільно зростала, але у грудні 2023 впала на 250\$. Заробітна плата Game designer довгий час залишалась приблизно на одному рівні, проте у червні 2023 року зросла з 1175\$ до 1800\$ на грудень залишилася такою самою. У System analyst був стабільний зріст до червня 2022 року, коли вона впала на 1000\$, проте після цього зарплата знову почала зростати та на грудень 2023 року досягла 2700\$. Заробітна плата Data analyst мала тенденцію до зростання без великих злетів та падінь, проте з червня 2021 року залишається приблизно на рівні 1500\$. Business analyst з грудня 2021 року отримують приблизно однаково, а саме 2300\$. Зарплата Data scientist мала лише одне велике падіння в 530\$ у червні 2022 року, проте увесь інший час і по сьогоднішній день вона зростає. Recruiter за останні 2.5 роки отримують у середньому 1100\$. Заробітна плата HR manager за рік впала, проте все ще залишається на рівні 1200\$-1250\$. Project manager з червня 2021 року отримують 2000\$ майже без змін. Після єдиного падіння на 700\$ у червні 2022, зарплата знову зросла на 700\$, Product manager з грудня 2022 року отримують 3500\$. З грудня 2020 року SysAdmin отримують 1000\$ майже без змін. Заробітні плати DevOps (3500\$) та Support(1000\$-1100\$) з 2021 року залишаються приблизно на одному рівні, так само у QA з червня 2022 отримують 800\$. Зарплата Junior software engineer стабільно зростала до грудня 2023 року де вона впала на 50\$.

2.6 Заробітна плата за кордоном

За останніми даними середня заробітна плата ІТ-спеціаліста в Україні рівна 3000\$. У Німеччині середня зарплата розробника складає 5863\$ [15], у Польщі цей показник менший та складає 3538\$ [16]. У таблиці 2.11 наведено порівняння між заробітними платами посад в Україні, Німеччині та Польщі.

Таблиця 2.11

Порівняння заробітної плати в Україні, Німеччині та Польщі

Посада	Україна	Німеччина	Польща
Business analyst	2300\$	8000\$	3393\$
Data analyst	1445\$	8378\$	2130\$
System analyst	2700\$	7622\$	3000\$
Data scientist	3350\$	8374\$	1998\$
Junior QA	800\$	2556\$	1874\$
SysAdmin	1000\$	4592\$	1449\$
Product manager	3500\$	9233\$	1874\$
Project manager	2000\$	7753\$	1749\$
Recruiter	1200\$	4876\$	1749\$
HR manager	1209\$	9195\$	2575\$
Game designer	1800\$	7964\$	3223\$
PR Manager	1450\$	9569\$	4405\$
DevOps	3500\$	5699\$	4138\$
Junior software engineer	950\$	4276\$	1349\$
Support	1125\$	5853\$	1303\$

Отже, у середньому ІТ-спеціаліст, який працює у Німеччині отримує в 4.19 разів більше ніж аналогічний спеціаліст в Україні, у Польщі ж він буде отримувати в 1.47 разів більше. Найбільше в обох країнах отримують PR manager, у порівнянні, для нашої країни показник заробітної плати на цій посаді далеко не найвищий та навіть не в топ-5. Для Польщі ця посада має найвищу різницю зарплатні та перевищує таку у спеціаліста з України у 3 рази. Для Німеччини найбільшу різницю має HR manager, там на цій посаді отримують у 7.6 разів більшу заробітну плату ніж в Україні. При цьому ІТ-спеціаліст на посаді Product manager та Data scientist в Україні отримує на 43% та 41% більшу зарплату ніж аналогічний спеціаліст у Польщі відповідно, а Project manager на 13% більше. Найменшу різницю з вітчизняними спеціалістами мають DevOps з Німеччини – на 69% більше та System analyst з Польщі – на 11% більше.

2.7 Вирішення задачі підбору персоналу. Розробка експертної системи

Для розробки експертної системи було обрано мову програмування Python та редактор коду Visual studio code. Основною причиною такого є простий синтаксис, доступ до багатьох корисних бібліотек, досвід роботи з самою мовою та редактором коду. Для реалізації інтерфейсу програми була обрана бібліотека tkinter.

Повну програмну реалізацію у вигляді коду можна знайти в додатку Ж. Алгоритм виконання програми наступний:

- Програма зчитує дані з бази знань та розподіляє їх у відповідні словники для питань та кандидатів;
- Інтерфейс викликається через окремий клас, у якому ініціалізуються початкові параметри та виводиться початкове вікно з вибором шуканої посади;
- Далі виконується основний код програми. У вікні інтерфейсу починають виводитись питання в залежності від обраної посади. Для специфічних питань, такі як досвід або освіта прописані окремі відповіді;
- Після натиснення кнопки «Далі» обрана відповідь записується та виводиться нове питання;
- Після натиснення кнопки «Далі» на останньому питанні, у вікні з'являються результати обчислень, а саме: номер найкращого кандидата та відсоток відповідності усіх інших кандидатів;
- Кнопка «Завершити» закриває вікно програми та відповідно завершує її роботу.

На малюнках 2.17-2.23 зображено вигляд інтерфейсу на різних ітераціях виконання програми.

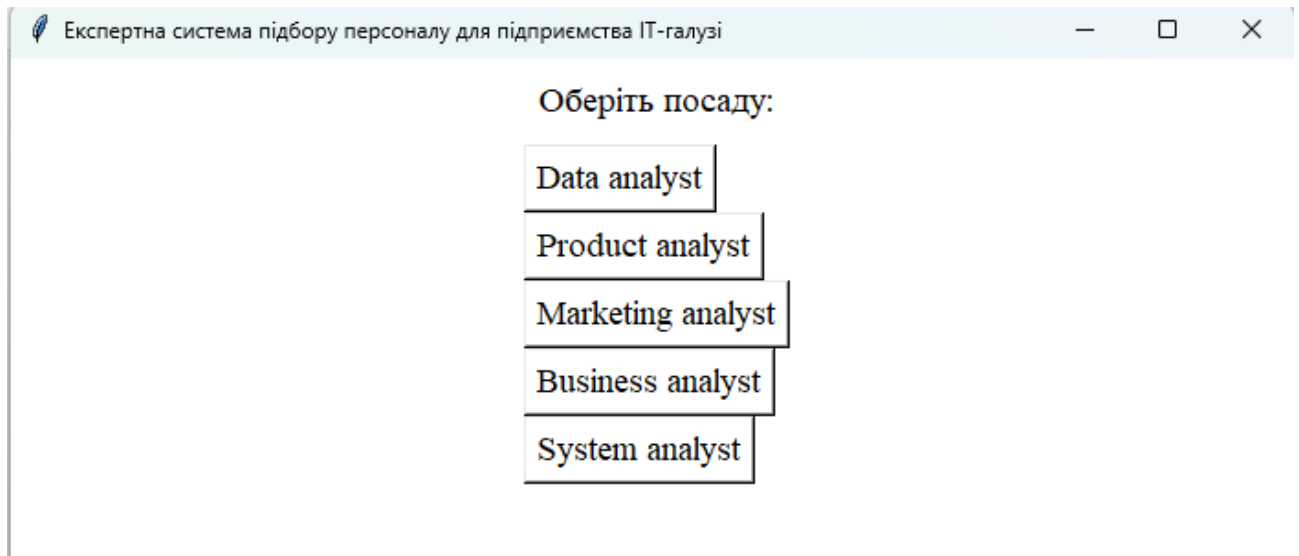


Рис. 2.17. Вигляд початкового вікна програми

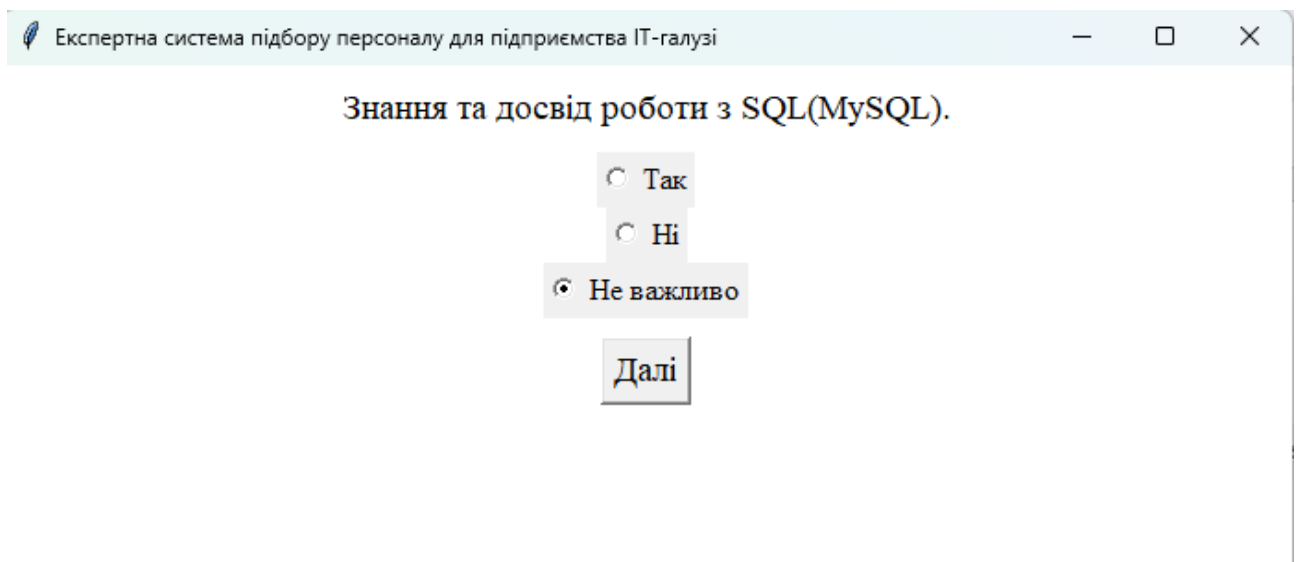


Рис. 2.18. Вигляд вікна відповіді на питання

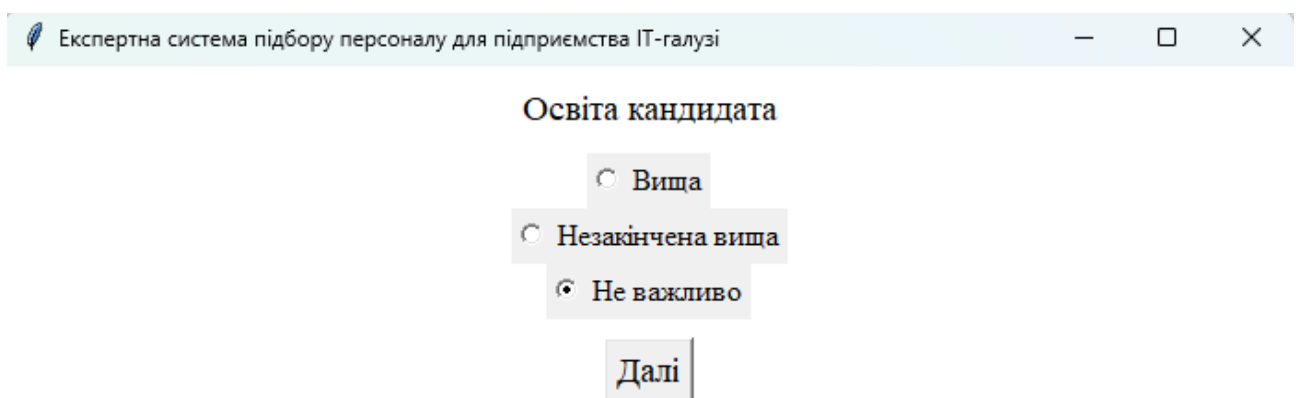


Рис. 2.19. Вигляд вікна відповіді на питанні про освіту

Експертна система підбору персоналу для підприємства ІТ-галузі

Введіть бажаний досвід роботи кандидата.

Більше 3 років

0-3 роки

Не важливо

Далі

Рис. 2.20. Вигляд вікна відповіді на питанні про досвід

Експертна система підбору персоналу для підприємства ІТ-галузі

Комунікативні навички

Високі

Низькі

Не важливі

Далі

Рис. 2.21. Вигляд вікна відповіді на питанні про комунікативні навички

Експертна система підбору персоналу для підприємства ІТ-галузі

Досягнення/власні проекти

Потрібні

Не потрібні

Не важливо

Далі

Рис. 2.22. Вигляд вікна відповіді на питанні про досягнення/проекти кандидата



Рис. 2.23. Вигляд вікна результатів

Отже, користувачу потрібно лише обрати посаду та відповіді на питання, після чого програма покаже наскільки кандидат підходить за коефіцієнтами з бази знань.

Висновки

Отже, у другому, спеціальному, розділі цієї кваліфікаційної роботи були розв'язані дві практичні задачі, а саме: аналіз ІТ-сфери та розробка експертної системи підбору персоналу.

Був проаналізований увесь експорт товарів та послуг за останні 14 років, а також розглянуто частку комп'ютерних послуг (КП) серед усього експорту України. Для того щоб врахувати поточний (2024) рік були взяті дані лише за січень-квітень кожного року починаючи з 2010. Було визначено, що піковий експорт як для послуг так і для товарів за перший та початок другого кварталу прийшовся на 2012 рік, експортовано на 6.8 мільярдів доларів послуг та більш ніж на 20 мільярдів товару. Серед них, за останні 10 років частка комп'ютерних

послуг зросла більш ніж на 30%, пікове значення експорту КІ в 2.6 мільярди доларів прийшло саме на 2022 рік, тобто на початок повномасштабного вторгнення, після чого відбувся перший за весь час спад у 2-5%. На ІТ-сфері зараз приходиться 11-12% від усіх експортованих товарів та послуг.

Розглянуті сучасні ІТ-компанії, визначено, що більшість з них (74.62%) в Україні має до 50 працівників. Найбільш поширеними напрямками є Business productivity software (258 компаній) та Martech & Media (236 компаній). А також була порівняна кількість вищих навчальних закладів в Україні, Німеччині та Польщі.

Аналіз ІТ-спеціалістів показав, що кількість охочих працювати в індустрії збільшувалась стрімкими темпами за останні 5 років, проте після повномасштабного вторгнення приріст нових спеціалістів склав лише 8.3% у 2022 році та 2.79% у 2023, це набагато менше в порівнянні з 21.34% за 2021 рік. Було визначено, що вік активних робітників переважно від 26 до 30 років – 31, а також 31-35 років – 25%, при цьому, серед кандидатів, які шукають роботу немає чітко вираженої переваги за віковою групою. За освітою, більшість кандидатів та робітників мають закінчену вищу освіту. За знанням англійською шукачі мають переважно середній рівень, а працюючі у сфері вище середнього. За досвідом роботи середній показник дорівнює 3-5 років. За статтю в ІТ чоловіків більше ніж жінок на даний момент.

Був проведений комплексний аналіз заробітної плати спеціалістів обраних посад в Україні, а також середні значення зарплатні на посаді було порівняно з такими ж у Польщі та Німеччині. У результаті встановлено, що найбільшу зарплату отримують Data scientist – 7250\$, далі йдуть DevOps – 6850\$ та Product manager – 6000\$. У середньому, продуктові компанії платять своїм працівникам більше ніж аутсорсингові, аутстафінгові або стартапи. Найменше у середньому отримують спеціалісти на посадах Junior QA, Support та Game designer, а також трохи менше платять в аутсорсингових фірмах. Також, працівники з більшим знанням англійської мови у сфері ІТ отримують

на 22% більшу заробітну плату, а серед досвідчених (більше 6 років досвіду) на 40% більше. За кордоном, у Німеччині ІТ-спеціаліст в середньому отримує на 419% більшу зарплатню, а у Польщі на 147%.

Останнім кроком була розроблена експертна система для підбору персоналу на мові програмування Python. Було реалізовано зчитування даних з бази знань у форматі .txt, розроблений зрозумілий для користувача інтерфейс, у якому після обрання посади та відповіді на деяку кількість питань виводиться найбільш підходящий кандидат.

ВИСНОВКИ

У даній кваліфікаційній роботі, згідно поставленої мети, був проведений аналіз сучасної ІТ-сфери, включаючи, огляд ІТ-спеціалістів, ІТ-компаній, заробітної плати, а також розроблена експертна система для підбору персоналу.

Розглянуто та проаналізовано літературу по темі, яка використовувалась при її виконанні. Виділені основні поняття та терміни, які відносяться до інформаційних технологій, особливо ті, що засновані на штучному інтелекті. Розглянуто поняття інтелектуальних інформаційних систем, які забезпечують інформаційні потреби користувачів шляхом підтримки діяльності людини та пошуку інформації в режимі діалогу на природній мові. Розглянуто класифікацію ІС, одним з напрямів якої є експертні системи. Описані основні положення, які стосуються експертних систем, а також обрані технології вирішення задачі. Описана мотивація щодо обраних методів та технологій, а також проведено аналіз задачі з її особливостями.

Проведено комплексний аналіз ІТ-сфери, який включає український експорт, спеціалістів, компанії, заробітні плати та деякі інші дані, що стосуються теми кваліфікаційної роботи. За січень-квітень останніх 14 років, найбільший експорт прийшовся на 2012 рік, було експортовано товарів та послуг на, приблизно, 26.8 мільярдів доларів. Частка комп'ютерних послуг серед усього експорту за останні роки дорівнює 11-12%, зріст за останні 10 років склав більш ніж на 30%. Серед сучасних ІТ-компаній 74.62% мають до 50 активних працівників. Найбільш поширеними напрямками їх роботи є Business productivity software (258 компаній) та Martech & Media (236 компаній). Було розглянуто кількість закладів, які надають ІТ-освіту в Україні та визначено, що їх кількість у 3-6 разів більша ніж у Німеччині та Польщі. З початку повномасштабного вторгнення приріст ІТ-спеціалістів впав з 21.34% 2021 року до 2.79% на 2023 рік. Середній вік спеціаліста 25-35 років з вищою освітою та середніми знаннями англійської мови, досвідом роботи 3-5 років, переважно

чоловіки. Проведений аналіз заробітної плати працівників IT-сфери. Data scientist, DevOps та Product manager отримують найбільше, а Junior QA, Support та Game designer найменше серед розглянутих посад. Працівники з кращими знаннями англійської мови у середньому отримують на 22% більше. У Німеччині спеціалісти обраних посад отримують в середньому на 419% більшу заробітну плату, а в Польщі на 147% у порівнянні з зарплатою в Україні.

Розроблена експертна система для підбору персоналу на мові програмування Python. Було реалізовано зчитування даних з бази знань у форматі .txt, розроблений зрозумілий для користувача інтерфейс, у якому після обрання посади та відповіді на деяку кількість питань виводиться найбільш підходящий кандидат.

Отримані результати можуть використовуватись при пошуку нової роботи, порівнянні зарплат різних вакансій з тими, що отримують інші спеціалісти та при поглибленні знань з сучасної IT-сфери в цілому. Розроблена експертна система, при наявності гарної бази знань, може допомагати компанії в прийнятті рішень, які стосуються підбору персоналу, та спрощувати певні етапи роботи, крім того, дозволяє приймати рішення не маючи особливих знань або навичок, що в майбутньому допоможе поєднати її з іншими програмними засобами для більшого спрощення задачі підбору персоналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Вишковська С. Як ІТ-індустрія розвиває інші галузі економіки у 2022 році [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://finance.ua/ua/goodtoknow/jak-it-industrija-rozvyvayae-inshi-galuzi-ekonomiky>

2. IT Ukraine Association. Digital Tiger the Power of Ukrainian IT [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://itukraine.org.ua/files/ITU_GT.pdf

3. Експорт та імпорт України // ТОВ «МінфінМедіа» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/economy/gdp/eximp/>

4. Желдак Т.А. Системи штучного інтелекту. Електронний конспект лекцій для студентів спеціальностей 121,122,124. Частина 2.[Електронний ресурс] / Т.А. Желдак, М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 33 с.

Режим доступу:

<https://do.nmu.org.ua/mod/resource/view.php?id=61881>

5. Шаров С.В., Лубко Д.В., Осадчий В.В. Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б.Хмельницького, 2015. – 144 с.

6. Желдак Т.А. Системи штучного інтелекту. Електронний конспект лекцій для студентів спеціальностей 121,122,124. Частина 1.[Електронний ресурс] / Т.А. Желдак, М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 31 с.

Режим доступу:

<https://do.nmu.org.ua/mod/resource/view.php?id=29248>

7. Коцовський В.М. Інтелектуальні інформаційні системи: конспект лекцій. Ужгород: ДВНЗ «Ужгородський національний університет», 2019. – 73 с.

8. Вавіленкова А.І. Аналіз моделей представлення знань в експертних системах управління: стаття. Київ: Національний авіаційний університет, 2007. – 4 с. DOI: <https://doi.org/10.18372/2073-4751.4.9140>
9. Онлайн база-даних ІТ-компаній, людей, інвесторів та технологічної екосистеми України. URL: https://uatechecosystem.com/everything_is_techable_with_ukraine (дата звернення 16.06.2024)
10. Сайт пошуку роботи в Україні. URL: <https://www.work.ua/> (дата звернення 16.06.2024)
11. Новини, пошук роботи та інше пов'язане з ІТ-сферою України. URL: <https://dou.ua/> (дата звернення 16.06.2024)
12. Research in Germany. URL: <https://www.research-in-germany.org/en/research-landscape/university-landscape/technical-universities.html> (дата звернення 23.06.2024)
13. Technical universities in Poland. URL: <https://entrant.eu/en/tehnichni-universiteti-v-polshhi/> (дата звернення 23.06.2024)
14. Новиний сайт. URL: <https://news.bigmir.net/ua/ukraine/9796318-sociologi-soobshhili-skolko-ukrainskix-it-specialistov-rabotaiut-za-granicej> (Дата звернення 23.06.2024)
15. Software developer salary in Germany [2023]. URL: <https://www.wearedevelopers.com/magazine/software-developer-salary-in-germany> (Дата звернення 23.06.2024)
16. Average salary survey, IT & programming. URL: <https://www.averagesalariesurvey.com/it-telecommunication/poland> (дата звернення 23.06.2024)
17. Companies, jobs, locations, communities browser. URL: <https://www.glassdoor.co.in/index.htm> (дата звернення 24.06.2024)
18. Salary database. URL: <https://www.salaryexpert.com/> (дата звернення 24.06.2024)

Додаток А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

№ з/п	Позначення				Найменування	Кількість аркушів	Примітки		
1									
2					Документація				
3									
4	САУ.КР.24.11.ПЗ				Пояснювальна записка		Формат А4		
5									
6					Демонстраційний матеріал		Презентація на CD-R		
7									
8					Копія роботи	1	Диск CD-R		
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
					САУ.КР.24.11.ДА.ПЗ.				
Змін.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.	Неделько О.І.								
К. розд.	Хом'як Т.В.								
Керівн.	Хом'як Т.В.					НТУ «ДП», 12; 124-20-2			
Н.контр.	Хом'як Т.В.								
Зав. каф.	Желдак Т.А.								

Додаток Б. Відгук на кваліфікаційну роботу

Відгук на кваліфікаційну роботу бакалавра студента групи 124 – 20 – 2 спеціальності 124 Системний аналіз

Тема кваліфікаційної роботи: Аналіз ІТ-сфери та розробка експертної системи для підбору персоналу

Обсяг кваліфікаційної роботи _____ стор.

Мета кваліфікаційної роботи: _____

Актуальність теми _____

Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 124 Системний аналіз, оскільки _____

Виконані в кваліфікаційній роботі завдання відповідають вимогам ступеня бакалавра. Оригінальність наукових рішень полягає в _____

Практичне значення результатів кваліфікаційної роботи полягає в _____

Висновки підтверджують можливість використання результатів роботи в _____

Оформлення пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу до неї виконано згідно з вимогами. Роботу виконано самостійно, відповідно до завдання та у повному обсязі (*в разі невідповідності – вказати*)

У роботі відзначено такі недоліки: _____

Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки: _____

З урахуванням висловлених зауважень автор (не) заслуговує присвоєння освітньої кваліфікації «бакалавр з системного аналізу».

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра,
науковий ступінь, вчене звання, посада _____ / Хом'як Т.В.

Додаток В. Український експорт товарів та послуг

Найменування	Динаміка товарної структури експорту (січ.-квіт.), млн.дол.США														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Усього	13471	19296	20248	19779	17817	11659	9901	12687	14112	15027	14879	17391	15146	12771	13330
Продовольчі товари та сировина для їх виробництва	2911	3830	5190	5429	5437	4512	4546	6020	5922	7049	7461	7173	7371	8533	8670
Мінеральні продукти	1312	2103	2119	2134	2153	946	672	1209	1236	1405	1566	2658	1928	750	1238
Продукція хімічної та пов'язаних з нею галузей промисловості	1199	1706	1833	1864	1344	842	538	553	719	801	649	774	640	451	454
Деревина та вироби з неї	419	570	557	615	662	492	476	461	640	611	538	713	739	594	512
Промислові вироби	168	226	241	261	235	153	132	161	197	223	225	284	224	182	184
Чорні й кольорові метали та вироби з них	5011	7252	6542	5797	5292	3294	2327	2993	3959	3596	3033	4218	3022	1281	1362
Машини, устаткування, транспортні засоби та прилади	2287	3195	3243	2932	2051	999	824	828	944	1047	1083	1164	856	726	619
Різні (з урахуванням неформальної торгівлі)	164	414	523	747	643	421	384	462	495	495	324	407	366	244	272

Рис. В.1. Динаміка товарної структури експорту (січ.-квіт.), млн.дол.США

Найменування послуги	Динаміка експорту послуг за видами (січ.-квіт.), млн.дол.США														
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Усього	5 226	6 178	6 828	6 409	5 331	4 029	3 765	4 203	4 710	5 232	5 146	5 325	5 846	5 255	5 542
Послуги з переробки матеріальних ресурсів, що належать іншим сторонам	341	499	805	630	471	398	341	465	544	563	492	465	430	280	242
Послуги з ремонту та технічного обслуговування, не віднесені до інших категорій	95	200	187	110	102	61	69	73	66	79	84	74	54	29	76
Транспорт	2 626	3 068	2 955	2 639	2 243	1 626	1 644	1 835	1 822	1 987	1 660	1 463	1 329	1 210	1 368
Подорожі	712	816	948	881	587	293	224	252	296	323	185	167	248	251	306
Будівництво	70	51	108	43	70	161	70	26	21	28	24	16	16	20	27
Послуги зі страхування та пенсійного забезпечення	8	16	27	7	4	8	15	3	7	3	4	7	5	5	5
Фінансові послуги	106	108	84	94	77	51	30	40	54	44	49	35	61	71	65
Плата за користування інтелектуальною власністю, що не віднесена до інших категорій	35	29	40	35	41	32	27	21	30	31	30	23	17	15	24
Телекомунікаційні, комп'ютерні та інформаційні послуги	209	271	362	523	635	677	711	817	1 042	1 275	1 616	2 049	2 630	2 267	2 194
із них комп'ютерні послуги	116	173	261	396	477	507	605	732	950	1 219	1 567	2 000	2 577	2 214	2 136
Інші ділові послуги	744	866	987	1 111	921	630	524	564	720	785	893	920	895	916	1 030
Послуги приватним особам та послуги в галузі культури та відпочинку	30	25	27	34	28	13	11	12	14	17	20	27	17	18	23
Державні товари та послуги, не віднесені до інших категорій	250	229	298	302	152	79	99	95	94	97	89	79	144	173	162

Рис. В.2. Динаміка експорту послуг за видами (січ.-квіт.), млн.дол.США

	Динаміка експорту КП за основними країнами партнерами за січ.-квіт., млн.дол.США									
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Держава										
Усього	507	605	732	950	5232	1 567	2 000	2577	2214	2136
Сполучені Штати Америки	155	198,81	264,035166	348,47256	1220	635	762	1013	881	798
Сполучене Королівство Великої Британії та Північної Ірландії	55	51,50	45,02	67,07	84	150	223	275	183	196
Мальта	25	33,14	41,00	48,91	473	103	125	207	190	171
Кіпр	13	20,79	41,17	52,04	84	61	85	101	107	123
Ізраїль	23	30,44	35,87	44,33	82	70	104	129	101	100
Швейцарія	39	41,56	44,00	48,28	57	32	65	123	95	91
Німеччина	15	22,24	23,66	30,87	53	62	79	90	85	82
Естонія	1	2,94	8,03	13,22	65	26	38	42	50	54
Польща	3	3,80	6,07	14,17	43	18	25	32	46	48
Канада	15	22,78	14,17	21,90	18	29	40	41	41	44
Нідерланди	8	12,59	15,45	19,16	11	32	43	53	43	42
Об'єднані Арабські Емірати	1	2,44	4,96	7,93	25	17	22	28	36	41
Ірландія	2	5,77	6,19	10,09	28	24	34	48	33	32
Данія	13	14,48	15,20	20,24	12	31	34	42	36	32
Франція	5	5,79	10,96	14,47	15	27	33	33	27	28

Рис. В.3. Динаміка експорту комп'ютерних послуг за основними країнами партнерами, січ.-квіт.,млн.дол.США (Частина 1)

Швеція	12	14,69	17,50	21,33	25	28	27	32	33	24
Литва	3	0,76	2,09	2,72	25	8	14	22	25	19
Австрія	1	1,50	1,53	2,35	23	5	6	9	11	15
Бельгія	4	5,21	5,14	5,81	6	12	17	17	17	15
Норвегія	6	6,65	8,69	9,52	4	15	21	16	16	14
Гонконг	4	3,42	5,66	9,62	8	15	24	24	16	14
Сінгапур	0	0,78	1,42	5,84	14	11	21	22	13	13
Корея (Республіка)	17	11,49	9,40	11,00	11	12	11	14	11	12
Болгарія	1	0,45	1,14	2,27	8	7	10	11	9	11
Чехія	1	0,94	2,16	4,02	12	15	12	12	10	11
Острів Мен	7	7,74	0,38	0,40	6	16	9	9	7	8
Фінляндія	0	0,63	0,87	1,13	9	3	5	5	6	7
Словаччина	2	2,65	1,41	1,37	2	3	5	4	6	6
Гібралтар	5	2,79	2,59	4,22	2	1	2	3	3	6
Угорщина	1	0,84	1,23	1,80	2	6	8	7	7	6
Австралія	1	1,02	1,65	2,79	3	4	6	7	5	6
Іспанія	2	2,50	5,60	6,10	3	4	5	7	4	6
Італія	1	1,46	1,70	2,96	4	4	4	7	7	5
Казахстан	1	0,80	1,81	1,65	3	3	3	3	4	5
Багамські Острови	1	4,09	3,30	5,10	3	6	4	4	5	4
Румунія	0	0,09	0,17	0,87	2	2	2	3	4	4
Грузія	0	0,73	1,25	1,37	6	3	2	4	3	3
Латвія	1	1,28	2,53	5,84	1	4	4	3	3	3
Люксембург	2	2,49	3,97	4,90	3	7	10	9	4	3
російська федерація	9	8,00	7,86	10,58	4	16	14	7	0	0
Інші країни	53	52,91	65,17	63,30	6	42	41	58	30	33

Рис. В.4. Динаміка експорту комп'ютерних послуг за основними країнами партнерами, січ.-квіт.,млн.дол.США (Частина 2)

Додаток Г. ІТ-компанії України

ІТ-сектор за напрямками (вертикалями)			
Сектор	Кількість компаній	Сектор	Кількість компаній
Усього	1799	Edtech	102
AI	73	Fintech & Insurtech	168
Advanced manufacturing	45	Foodtech	27
Agtech	49	HR tech	40
Business productivity software	258	Hardware & IOT	116
Cleantech	45	Healthtech & Wellness	132
Communication	42	Legaltech	26
Consumer production	40	Logistics	48
Cybertech	53	Martech & Media	236
Deep & spacetech	33	Militarytech	72
E-commerce & retail	119	Proptech	27
Esports and gaming	93	Traveltech	18

Рис. Г.1. Кількість ІТ-компаній за напрямками

Додаток Д. Заробітна плата за досвідом та напрямом діяльності компанії

Посада	Досвід до 2 років	3-5 років	6+ років	Досвід до 2 років	3-5 років	6+ років
Business analyst	1448	2425	4250		3385	
Data analyst	700	1600				
System analyst						
Data scientist	1100	3350	4863			
Junior QA	800	1140		800		
SysAdmin	665	1110	1385			1150
Product manager		3900	6000		2600	
Project manager	980	2315	3500	1500	1900	3600
Recruiter	700	1100	1825	940	950	1850
HR manager	790	1300	2000		1559	
Game designer	700	850	1000			
PR Manager		925				
DevOps	1600	3200	5500	1500	4000	6900
Junior software engineer	900	1370		1000	1300	
Support	700	750			1220	1488
Тип компанії	Аутсорсингова			Аутстафінгова		

Рис. Д.1. Заробітна плата обраних посад в аутсорсингових та аутстафінгових фірмах за досвідом роботи

Посада	Досвід до 2 років	3-5 років	6+ років	Досвід до 2 р	3-5 років	6+ років
Business analyst	1146	2200	2500			
Data analyst	1150	2500	2800	750	1950	
System analyst		3000				
Data scientist	2100	3800	7250			
Junior QA	850	950		900		
SysAdmin	700	1365	1900			1200
Product manager	2100	3500	5113		4000	5500
Project manager	1200	2000	3300		1300	
Recruiter	750	1600	2000			
HR manager	1100	1200	2550			
Game designer	575	1650	2633			
PR Manager		2225	2575			
DevOps	2500	3800	5890			6833
Junior software engineer	999	1375		800		
Support	800	1300	2350		850	
Тип компанії	Продуктова			Стартап		

Рис. Д.2. Заробітна плата обраних посад у продуктивних фірмах та стартапах за досвідом роботи

Додаток Ж. Лістинг програми

```
import tkinter as tk

# Створюю словник з відповідною посадою та питаннями до неї
Направ = {
    "Data analyst": [1, 2, 3, 4, 5, 26, 27, 28, 29, 30, 31],
    "Product analyst": [6, 7, 8, 9, 10, 26, 27, 28, 29, 30, 31],
    "Marketing analyst": [11, 12, 13, 14, 15, 26, 27, 28, 29, 30, 31],
    "Business analyst": [16, 17, 18, 19, 20, 26, 27, 28, 29, 30, 31],
    "System analyst": [21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31]
}

# Зчитування з файлу бази знань.
with open('D:\Проекты\Четвертый курс\Второй семестр\Курсова СШ\Тут буде
фінальна версія\Diplom.txt', 'r', encoding='utf-8') as file:
    lines = file.readlines()

Questions = {}
Candidates = {}

reading_questions = False
reading_candidates = False

for line in lines:
    line = line.strip()
    if line == "Питання:":
        reading_questions = True
        reading_candidates = False
        continue
```

```

elif line == "Кандидати:":
    reading_questions = False
    reading_candidates = True
    continue

if reading_questions:
    if line:
        parts = line.split(' ', 1)
        if len(parts) == 2:
            question_num = int(parts[0])
            question_text = parts[1]
            Questions[question_num] = question_text

if reading_candidates:
    if line:
        if line[-1] == ':':
            candidate_num = int(line[:-1])
            Candidates[candidate_num] = [0.05, {}]
        else:
            parts = line.split(': ')
            if len(parts) == 2:
                question_num = int(parts[0])
                scores = eval(parts[1])
                Candidates[candidate_num][1][question_num] = scores

```

Основний код програми, який представляє собою клас з побудовою інтерфейсу та

основними розрахунками

```

class Application(tk.Tk):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.title("Експертна система підбору персоналу для підприємства ІТ-галузі")
        self.geometry("700x400")
        self.configure(bg="white")

        self.candidates = {}
        self.question_number = 0
        self.answers = []
        self.selected_profession = tk.StringVar()
        self.selected_profession.set("")

        self.create_widgets()

# Функція, яка розраховує наскільки кандидат підходить компанії
# на основі теореми Байєса. Повертає список відсортованих кандидатів на
основі їх ймовірностей
    def eval(self,answers):
        #print(self.selected_profession.get())
        if self.selected_profession.get() == "Data analyst":
            i = 1
        if self.selected_profession.get() == "Product analyst":
            i = 5
        if self.selected_profession.get() == "Marketing analyst":
            i = 9
        if self.selected_profession.get() == "Business analyst":
            i = 13

```

```

if self.selected_profession.get() == "System analyst":
    i = 17
    #print(i)
    count = 1
    while True:
        if count > 4:
            break
        ans = 0
        for j in Candidates[i][1].keys():
            P_aprior = Candidates[i][0]
            if answers[ans] == 1:
                Candidates[i][0] = (Candidates[i][1][j][0] * Candidates[i][0]) /
(Candidates[i][1][j][0] * Candidates[i][0] + Candidates[i][1][j][1] * (1-
Candidates[i][0]))
            elif answers[ans] == -1:
                Candidates[i][0] = ((1-Candidates[i][1][j][0]) * Candidates[i][0]) / ( (1-
Candidates[i][1][j][0]) * Candidates[i][0] + (1-Candidates[i][1][j][1]) * (1-
Candidates[i][0]))
            else:
                Candidates[i][0] = P_aprior
            ans += 1
        self.candidates[i] = Candidates[i][0]
        i += 1
        count += 1
    s = sorted(self.candidates, key = self.candidates.__getitem__)
    # print (s)
    # print(self.candidates)
    return s

```

```

# Метод, який виводить та записує вибір посади
def create_widgets(self):
    self.profession_label = tk.Label(self, text="Оберіть посаду:", font=("Times
New Roman", 14), bg="white")
    self.profession_label.grid(pady=10)

    row_index = 1
    for value in Naprav.keys():
        button = tk.Button(self, text=value, font=("Times New Roman",
14), bg="white", command=lambda profession=value:
self.select_profession(profession))
        button.grid(row=row_index, column=0, sticky="w", padx=280)
        row_index += 1

def select_profession(self, profession):
    self.selected_profession.set(profession)
    for child in self.winfo_children():
        if isinstance(child, tk.Button) and child["text"] != profession:
            child.config(state=tk.DISABLED)
    self.show_questions()
    self.next_button.config(command=lambda: [self.next_question(),
self.enable_buttons()])

def enable_buttons(self):
    for child in self.winfo_children():
        if isinstance(child, tk.Button) and child["state"] == tk.DISABLED:
            child.config(state=tk.NORMAL)

# Основа інтерфейсу, тут виводяться усі питання до користувача

```

```

def show_questions(self):
    for widget in self.winfo_children():
        widget.destroy()

    profession_questions = Naprav[self.selected_profession.get()]
    question_key = profession_questions[self.question_number]

    self.label = tk.Label(self, text=Questions[question_key],font=("Times New
Roman", 14), bg="white", wraplength=500)
    self.label.pack(pady = 10)

    self.radio_var = tk.IntVar()

    if question_key == 27:
        self.radio1 = tk.Radiobutton(self, text="Вища", variable=self.radio_var,
value=1,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio1.pack()

        self.radio2 = tk.Radiobutton(self, text="Незакінчена вища",
variable=self.radio_var, value=-1,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio2.pack()

        self.radio3 = tk.Radiobutton(self, text="Не важливо",
variable=self.radio_var, value=0,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio3.pack()

    elif question_key == 28:
        self.radio1 = tk.Radiobutton(self, text="Більше 3 років",
variable=self.radio_var, value=1,font=("Times New Roman", 12))

```

```
self.radio1.pack()

self.radio2 = tk.Radiobutton(self, text="0-3 роки", variable=self.radio_var,
value=-1,font=("Times New Roman", 12))
self.radio2.pack()

self.radio3 = tk.Radiobutton(self, text="Не важливо",
variable=self.radio_var, value=0,font=("Times New Roman", 12))
self.radio3.pack()

elif question_key == 30:
    self.radio1 = tk.Radiobutton(self, text="Високі", variable=self.radio_var,
value=1,font=("Times New Roman", 12))
    self.radio1.pack()

    self.radio2 = tk.Radiobutton(self, text="Низькі", variable=self.radio_var,
value=-1,font=("Times New Roman", 12))
    self.radio2.pack()

    self.radio3 = tk.Radiobutton(self, text="Не важливі", variable=self.radio_var,
value=0,font=("Times New Roman", 12))
    self.radio3.pack()

elif question_key == 31:
    self.radio1 = tk.Radiobutton(self, text="Потрібні", variable=self.radio_var,
value=1,font=("Times New Roman", 12))
    self.radio1.pack()
```

```

        self.radio2      =      tk.Radiobutton(self,      text="Не      потрібні",
variable=self.radio_var, value=-1,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio2.pack()

        self.radio3      =      tk.Radiobutton(self,      text="Не      важливо",
variable=self.radio_var, value=0,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio3.pack()
    else:
        self.radio1      =      tk.Radiobutton(self,      text="Так",      variable=self.radio_var,
value=1,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio1.pack()

        self.radio2      =      tk.Radiobutton(self, text="Hi", variable=self.radio_var, value=-
1,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio2.pack()

        self.radio3      =      tk.Radiobutton(self,      text="Не      важливо",
variable=self.radio_var, value=0,font=("Times New Roman", 12))
        self.radio3.pack()

        self.next_button      =      tk.Button(self,      text="Далі",
command=self.next_question,font=("Times New Roman", 14))
        self.next_button.pack(pady=10)

        self.question_number += 1

    # Тут підраховується кількість питань та відбувається перехід до наступного.
    # Якщо питання вичерпано, виводиться кінцевий результат та кнопка
    "Завершити"

```



```

def next_question(self):
    self.answers.append(self.radio_var.get())
    profession_questions = Naprav[self.selected_profession.get()]
    if self.question_number < len(profession_questions):
        self.show_questions()
    else:
        self.label.destroy()
        self.radio1.destroy()
        self.radio2.destroy()
        self.radio3.destroy()
        self.next_button.destroy()
        s = self.eval(self.answers)
        self.label = tk.Label(self, text=f"Найбільше підходить кандидат під
номером: {s[-1]}",font=("Times New Roman", 14), bg="white", wraplength=500)
        self.label.pack(pady = 10)
        self.label = tk.Label(self, text=f"Він підходить на {Candidates[s[-
1]][0]*100:.{3}f}%",font=("Times New Roman", 14), bg="white", wraplength=500)
        self.label.pack(pady = 10)
        for i in range(len(s)):
            text = f"Кандидат {s[i]} підходить на {Candidates[s[i]][0]*100:.{3}f}%"
            #print(text)
            self.label = tk.Label(self, text=text,font=("Times New Roman", 14),
bg="white", wraplength=500)
            self.label.pack(pady = 10)
        self.finish_button = tk.Button(self, text="Завершити",
command=self.finish,font=("Times New Roman", 14))
        self.finish_button.pack()

def finish(self):

```

```
self.destroy()
```

```
def get_selected_profession(self):  
    return self.selected_profession.get()
```

```
def get_answers(self):  
    return self.answers
```

```
app = Application()  
app.mainloop()
```

Додаток 3. База знань питань та кандидатів

Питання:

Data analyst

1. Дослідження й аналіз великих обсягів даних, написання скриптів для аналізу.
2. Побудова структур даних, формування трансформацій та валідацій даних.
3. Створення та виконання спеціальних аналітичних запитів для перетворення вхідних даних з метою проведення подальшого аналізу.
4. Формування датасетів для вихідних статистичних показників.
5. Побудова моделей на базі математичних, статистичних, аналітичних технік з метою отримання показників, передбачених вимогами.

Product analyst

6. Знання та досвід роботи з SQL(MySQL).
7. Досвід роботи з інструментами візуалізації даних (Tableau/PowerBI).
8. Досвід роботи з продуктовими метриками, різними зрізами даних, когортний аналіз, покращення метрик, сегментація юзерів.
9. Знання статистики та математичного моделювання.
10. Досвід планування та аналізу експериментів.

Marketing analyst

11. Знання з розробки предиктивних моделей для оцінки маркетингових інвестицій.
12. Впевнене користування Excel та Google Sheets.
13. Відмінні комунікативні навички з можливістю представити результати як технічній, так і нетехнічній аудиторії.
14. Вміння оцінювати ефективність маркетингових кампаній, аналізуючи ключові показники (наприклад, коефіцієнт конверсії, рентабельність інвестицій, показники залученості).
15. Досвід роботи з інструментами візуалізації даних (Tableau/PowerBI).

Business analyst

16. Досвід роботи з базами даних на рівні складних запитів.

17. Практичні знання фінансового моделювання діяльності компаній.
18. Проведення аналізу потреб та бізнес-процесів замовника.
19. Постановка задач на розробку.
20. Виявлення, збір та аналіз вимог.

System analyst

21. Написання функціональних специфікацій.
22. Оптимізація процесів.
23. Написання та постановка завдань з розробки.
24. Аналіз бізнес-процесів.
25. Досвід роботи з Agile методологіями (Scrum, Kanban).

Загальні питання

26. Знання хоча б однієї мови програмування.
27. Освіта кандидата
28. Введіть бажаний досвід роботи кандидата.
29. Знання англійської
30. Комунікативні навички
31. Досягнення/власні проєкти

Кандидати:

1:

1: [0.5,0.1]

2: [0.8,0.1]

3: [0.2,0.1]

4: [0.9,0.1]

5: [0.5,0.1]

26: [0.5,0.2]

27: [0.5,0.3]

28: [0.2,0.7]

29: [0.6,0.3]

30: [0.4,0.3]

31: [0.1,0.3]

2:

1: [0.7,0.1]

2: [0.3,0.1]

3: [0.5,0.1]

4: [0.4,0.1]

5: [0.6,0.1]

26: [0.6,0.2]

27: [0.6,0.3]

28: [0.5,0.2]

29: [0.7,0.3]

30: [0.3,0.3]

31: [0.6,0.1]

3:

1: [0.85,0.1]

2: [0.6,0.1]

3: [0.2,0.1]

4: [0.5,0.1]

5: [0.65,0.1]

26: [0.75,0.2]

27: [0.8,0.3]

28: [0.65,0.2]

29: [0.4,0.3]

30: [0.6,0.3]

31: [0.4,0.3]

4:

1: [0.3,0.1]

2: [0.5,0.1]

3: [0.75,0.1]

4: [0.7,0.1]

5: [0.4,0.1]

26: [0.2,0.2]

27: [0.65,0.2]

28: [0.8,0.1]

29: [0.65,0.3]

30: [0.75,0.3]

31: [0.8,0.3]

5:

6: [0.8,0.1]

7: [0.5,0.1]

8: [0.4,0.1]

9: [0.5,0.1]

10: [0.55,0.1]

26: [0.2,0.6]

27: [0.65,0.1]

28: [0.2,0.7]

29: [0.75,0.1]

30: [0.4,0.2]

31: [0.3,0.3]

6:

6: [0.55,0.1]

7: [0.7,0.1]

8: [0.65,0.1]

9: [0.2,0.1]

10: [0.15,0.1]

26: [0.5,0.5]

27: [0.2,0.7]

28: [0.8,0.3]
29: [0.6,0.2]
30: [0.55,0.2]
31: [0.6,0.3]
7:
6: [0.65,0.1]
7: [0.9,0.1]
8: [0.2,0.1]
9: [0.2,0.1]
10: [0.6,0.1]
26: [0.2,0.5]
27: [0.2,0.7]
28: [0.7,0.3]
29: [0.74,0.3]
30: [0.4,0.2]
31: [0.3,0.3]
8:
6: [0.2,0.1]
7: [0.4,0.1]
8: [0.75,0.1]
9: [0.7,0.1]
10: [0.65,0.1]
26: [0.3,0.5]
27: [0.8,0.1]
28: [0.7,0.3]
29: [0.6,0.3]
30: [0.7,0.2]
31: [0.5,0.3]
9:

11: [0.7,0.1]
12: [0.8,0.1]
13: [0.4,0.1]
14: [0.4,0.1]
15: [0.5,0.1]
26: [0.5,0.5]
27: [0.75,0.2]
28: [0.2,0.55]
29: [0.8,0.2]
30: [0.45,0.1]
31: [0.1,0.3]
10:
11: [0.3,0.1]
12: [0.4,0.1]
13: [0.8,0.1]
14: [0.75,0.1]
15: [0.55,0.1]
26: [0.5,0.5]
27: [0.2,0.7]
28: [0.8,0.2]
29: [0.5,0.2]
30: [0.8,0.1]
31: [0.65,0.3]
11:
11: [0.2,0.1]
12: [0.8,0.1]
13: [0.55,0.1]
14: [0.6,0.1]
15: [0.8,0.1]

26: [0.5,0.5]
27: [0.75,0.2]
28: [0.5,0.2]
29: [0.65,0.2]
30: [0.55,0.1]
31: [0.1,0.3]
12:
11: [0.5,0.1]
12: [0.5,0.1]
13: [0.3,0.1]
14: [0.5,0.1]
15: [0.3,0.1]
26: [0.5,0.5]
27: [0.2,0.7]
28: [0.2,0.6]
29: [0.7,0.2]
30: [0.3,0.2]
31: [0.1,0.3]
13:
16: [0.8,0.1]
17: [0.6,0.1]
18: [0.5,0.1]
19: [0.6,0.1]
20: [0.3,0.1]
26: [0.6,0.5]
27: [0.75,0.3]
28: [0.45,0.3]
29: [0.6,0.3]
30: [0.3,0.3]

31: [0.2,0.4]

14:

16: [0.3,0.1]

17: [0.55,0.1]

18: [0.8,0.1]

19: [0.4,0.1]

20: [0.3,0.1]

26: [0.2,0.5]

27: [0.2,0.7]

28: [0.2,0.6]

29: [0.2,0.3]

30: [0.55,0.3]

31: [0.7,0.4]

15:

16: [0.8,0.1]

17: [0.3,0.1]

18: [0.3,0.1]

19: [0.7,0.1]

20: [0.4,0.1]

26: [0.75,0.5]

27: [0.8,0.2]

28: [0.7,0.2]

29: [0.2,0.3]

30: [0.7,0.3]

31: [0.3,0.4]

16:

16: [0.4,0.1]

17: [0.8,0.1]

18: [0.7,0.1]

19: [0.8,0.1]
20: [0.4,0.1]
26: [0.4,0.5]
27: [0.2,0.7]
28: [0.2,0.7]
29: [0.2,0.3]
30: [0.8,0.3]
31: [0.2,0.4]
17:
21: [0.7,0.1]
22: [0.5,0.1]
23: [0.7,0.1]
24: [0.3,0.1]
25: [0.4,0.1]
26: [0.6,0.3]
27: [0.2,0.7]
28: [0.7,0.2]
29: [0.65,0.25]
30: [0.3,0.3]
31: [0.5,0.4]
18:
21: [0.5,0.1]
22: [0.75,0.1]
23: [0.3,0.1]
24: [0.5,0.1]
25: [0.7,0.1]
26: [0.4,0.3]
27: [0.8,0.2]
28: [0.2,0.7]

29: [0.7,0.2]

30: [0.5,0.3]

31: [0.2,0.4]

19:

21: [0.3,0.1]

22: [0.4,0.1]

23: [0.8,0.1]

24: [0.75,0.1]

25: [0.6,0.1]

26: [0.7,0.3]

27: [0.2,0.7]

28: [0.8,0.2]

29: [0.8,0.2]

30: [0.7,0.2]

31: [0.2,0.4]

20:

21: [0.8,0.1]

22: [0.5,0.1]

23: [0.3,0.1]

24: [0.4,0.1]

25: [0.8,0.1]

26: [0.2,0.3]

27: [0.55,0.3]

28: [0.2,0.65]

29: [0.2,0.2]

30: [0.3,0.3]

31: [0.3,0.4]