

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів

Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи
(тип кваліфікаційної роботи)

_____магістра

(освітній ступінь)

на тему «Прогнозування плинності кадрів в компаніях за допомогою методів
машинного навчання»

XAI.302.366.24O.122. 203089 ПЗ

Виконав: здобувач 6 курсу групи № 366
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

_____Дідечкін О.А.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: _____доц. каф. 302, к.т.н.

_____Лещенко Ю.О.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: _____Копп А.М.

(прізвище й ініціали)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет систем управління літальних апаратів
 Кафедра комп'ютерних наук та інформаційних технологій
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Галузь знань 12 «Інформаційні технології»
 (код та найменування)
 Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
 Освітня програма Комп'ютеризація обробки інформації та управління

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олег ФЕДОРОВИЧ

(підпис) (ім'я та прізвище)
 «08» листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Дідечкіну Олегу Андрійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Прогнозування плинності кадрів в компаніях за допомогою методів машинного навчання

керівник кваліфікаційної роботи Лещенко Ю.О., к.т.н., доц. каф. 302,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету № 2050-уч. від «06» листопада 2024 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 15.12.2024

3. Вихідні дані до проекту (роботи) датасет про плинність кадрів в компанії

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) аналіз IT-ринку праці в Україні та проблеми плинності кадрів; огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки плинності кадрів; аналіз особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці; вибір та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування плинності кадрів; реалізація моделей машинного навчання; здійснення програмної реалізації, проведення експериментальних досліджень та порівняння результатів

5. Перелік графічного матеріалу прогнозування плинності кадрів в ІТ-компаніях; мета та завдання дослідження; аналіз ІТ-ринку праці в Україні та проблеми плинності кадрів; HR-аналітика та прогнозування плинності кадрів; методи машинного навчання для прогнозування плинності кадрів; нейронні мережі; метрики; опис датасету; дослідницький аналіз даних; попередня обробка даних; реалізація моделей машинного навчання; порівняння результатів та висновки; загальна схема отриманого рішення

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
з основної частини	Лещенко Ю.О. доц. каф. 302		
з спеціального розділу	Лещенко Ю.О. доц. каф. 302		
з економіки та управління	Малєєва Ю. А. доц. каф. 302		

Нормоконтроль _____ Олександр ПРОХОРОВ «__» _____ 20__ р.
(підпис) (імя та прізвище)

7. Дата видачі завдання « 06 » вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	АНАЛІЗ ІТ-РИНКУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ПРОБЛЕМИ ПЛИННОСТІ КАДРІВ	06.09 – 20.09	
2	МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЛИННОСТІ КАДРІВ В ІТ-КОМПАНІЯХ	21.09 – 28.09	
3	РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЛИННОСТІ КАДРІВ У ІТ-КОМПАНІЇ	29.09 – 20.10	
4	ОПИС СИСТЕМИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	21.10 – 20.11	
5	ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	20.11 – 25.11	

Здобувач _____ Олег ДІДЕЧКІН
(підпис) (імя та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Юлія ЛЕЩЕНКО
(підпис) (імя та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Прогнозування плинності кадрів в компаніях за допомогою методів машинного навчання – Дідечкін Олег, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 86, кількість таблиць 21, кількість рисунків 37, кількість джерел літератури 15.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: управління персоналом, ІТ-компанії, плинність кадрів, машинне навчання, прогнозування, метрики, матрица помилок.

ЦІЛЬ: дослідження та розробка моделей і алгоритмів прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії, що забезпечують підвищення ефективності прийнятих рішень з управління персоналом.

ОБ’ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ: процеси управління персоналом в ІТ-компаніях.

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи, моделі та засоби прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії.

ЗАДАЧІ:

1. Аналіз ІТ-ринку праці в Україні та проблеми плинності кадрів.
2. Огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки плинності кадрів
3. Аналіз особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці.
4. Вибір та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування плинності кадрів.
5. Реалізація моделей машинного навчання.
6. Здійснення програмної реалізації, проведення експериментальних досліджень та порівняння результатів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: статистичні методи, методи HR-аналітики, методи машинного навчання.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії, що забезпечують підвищення ефективності прийнятих рішень з управління персоналом.

UDC 004.8

ABSTRACT

Forecasting staff turnover in companies using machine learning methods – Oleh Didechkin, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 86, amount of tables 21, amount of figures 37, amount of literature’s sources 15.

KEYWORDS: personal management, IT companies, staff turnover, machine learning, forecasting, metrics, error matrix.

PURPOSE OF RESEARCH: to research and develop models and algorithms for predicting staff turnover in an IT company, which will increase the efficiency of decisions on personnel management.

OBJECT OF RESEARCH: HR management processes in IT companies.

SUBJECT OF RESEARCH: methods, models and tools for forecasting staff turnover in an IT company.

TASKS:

1. Analysis of the IT labor market in Ukraine and the problem of staff turnover.
2. Review of existing publications on the use of forecasting in the task of assessing staff turnover
3. Analysis of the peculiarities of applying artificial intelligence and machine learning methods in HR analytics.
4. Selection and exploratory analysis of data for the task of forecasting staff turnover.
5. Implementation of machine learning models.
6. Implementation of program implementation, conducting experimental studies and comparing results.

METHODS OF RESEARCH: statistical methods, HR analytics methods, machine learning methods.

RESULTS: software has been developed that allows solving the problems of predicting staff turnover in an IT company, which ensures an increase in the efficiency of decisions on personnel management.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 АНАЛІЗ ІТ-РИНКУ ПРАЦІ В УКРАЇНІ ТА ПРОБЛЕМИ ПЛИННОСТІ КАДРІВ.....	10
1.1 Аналіз ІТ-ринку праці в Україні та проблеми плинності кадрів	10
1.2 Український ІТ-сектор під час повномасштабного вторгнення	14
1.3 Огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування плинності кадрів.....	16
1.4 Методи штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці.....	19
Висновки за розділом.....	21
2 МЕТОДИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЛИННОСТІ КАДРІВ В ІТ-КОМПАНІЯХ	22
2.1 Машинне навчання для HR-аналітики	22
2.2 Огляд деяких алгоритмів машинного навчання	24
2.3 Оцінка моделі	28
2.3.1 Метрика assuarcy	29
2.3.2 Метрики precision та recall	30
2.3.3 Метрика f1-score	31
2.3.4 Метрика AUC.....	31
Висновки за розділом.....	33
3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ПЛИННОСТІ КАДРІВ У ІТ-КОМПАНІЇ.....	34
3.1 Інструментарій, дані та їх попередня обробка.....	34
3.2 Реалізація моделей машинного навчання	45
3.2.1 Випадковий ліс	45
3.2.2 Дерево рішень	46
3.2.3 Градієнтний бустинг	47
3.2.4 Логістична регресія.....	48
3.2.5 Нейромережева модель.....	50
3.2.6 Порівняння результатів.....	53
Висновки за розділом.....	56
4 ОПИС СИСТЕМИ ТА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТІВ	58
4.1 Загальна структура системи прогнозування.....	58
4.2 Аналіз ефективності запропонованої системи прогнозування.....	61
Висновки за розділом.....	63
5 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	Ошибка! Закладка не определена.
5.1 Мета розділу.....	Ошибка! Закладка не определена.

5.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант)	Ошибка! Закладка не определена.
5.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (другий варіант)	Ошибка! Закладка не определена.
Висновки за розділом.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	74
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	76
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	78

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

На сьогоднішній день через обставини, що склалися в світі, плинність кадрів особливо негативного впливає на роботу компаній в цілому. ІТ-галузь відома своєю високою конкуренцією за кваліфікованих фахівців, а їх догляд пов'язаний з навчанням нових співробітників, що є дорогим і часом витратним процесом, водночас постійна плинність кадрів негативно позначається на ефективності роботи команди. Проблема полягає в тому, що плинність кадрів виникає через неефективне використання наявних даних про співробітників. Більшість аналітичних рішень ґрунтуються на стандартних звітах та інтуїції співробітників, а також ухваленні цих рішень, коли проблема вже виникла, а не до її виникнення. Це може негативно позначатися на точності прогнозування та можливостях утримання співробітників. Таким чином, актуальність теми дослідження обумовлена необхідністю розробки моделі, що забезпечує ефективне використання даних про співробітників для підтримки ухвалення ефективних та своєчасних управлінських рішень.

Мета дослідження – дослідження та розробка моделей і алгоритмів прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії, що забезпечують підвищення ефективності прийнятих рішень з управління персоналом.

Для досягнення мети необхідно виконати наступні **завдання**:

1. Аналіз ІТ-ринку праці в Україні та проблеми плинності кадрів.
2. Огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки плинності кадрів
3. Аналіз особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці.
4. Вибір та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування плинності кадрів.
5. Реалізація моделей машинного навчання.
6. Здійснення програмної реалізації, проведення експериментальних досліджень та порівняння результатів.

Об'єкт дослідження – процеси управління персоналом в ІТ-компаніях.

Предмет дослідження – методи, моделі та засоби прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі прогнозування плинності кадрів в ІТ-компанії, що забезпечують підвищення ефективності прийнятих рішень з управління персоналом.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 5 розділів, висновків, додатків та переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 86 сторінок, в тому числі: 37 рисунків; 21 таблиця; 1 додаток на 9 сторінках; перелік посилань з 15 найменувань на 2 сторінках.