

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 «Аналіз та прогнозування ефективності співробітників компанії на
основі методів машинного навчання»

XAI.302.366.24O.122. 203090 ПЗ

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

(код та найменування)

Освітня програма Комп'ютеризація
обробки інформації та управління

Дронов Д.Р.

(прізвище й ініціали студента)

Керівник: доц. каф. 302, к.т.н.

Лещенко Ю.О.

(прізвище й ініціали)

Рецензент: Чалий С.Ф.

(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

Дронову Дмитру Руслановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи Аналіз та прогнозування ефективності співробітників компанії на основі 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 з даними про працівників R&D-компанії, мова Python, бібліотеки роботи з даними та візуалізації, бібліотека scikit-learn

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) аналіз проблеми моніторингу та оцінки показників ефективності персоналу; огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки ефективності персоналу; визначення особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці; вибір датасету та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування ефективності персоналу; реалізація моделей машинного навчання; програмна реалізація, експериментальні дослідження та порівняння результатів

5. Перелік графічного матеріалу прогнозування ефективності персоналу; мета та завдання дослідження; Performance Management; підходи до оцінювання ефективності персоналу; опис датасету; дослідницький аналіз даних; двофакторний аналіз даних; аналіз за трьома основними факторами; попередня обробка даних; кореляційний аналіз та зниження розмірності; реалізація моделей машинного навчання; порівняння результатів та висновки

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) (ім'я 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 ОСОБЛИВОСТЕЙ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ В ІТ-КОМПАНІЯХ	06.09 – 20.09	
2	ДОСЛІДНИЦЬКИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ	21.09 – 28.10	
3	РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ	29.10 – 20.11	
4	ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ	20.11 – 25.11	

Здобувач _____ Дмитро ДРОНОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Юлія ЛЕЩЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

УДК 004.8

РЕФЕРАТ

Аналіз та прогнозування ефективності співробітників компанії на основі методів машинного навчання – Дронов Дмитро, кваліфікаційна робота магістра, Харків, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ», кількість сторінок, враховуючи додатки 84, кількість таблиць 16, кількість рисунків 47, кількість джерел літератури 15.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: управління персоналом, ІТ-компанії, моніторинг, показники ефективності, оцінка персоналу, машинне навчання, прогнозування, метрики, матриця помилок.

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

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

ПРЕДМЕТ ДОСЛІДЖЕННЯ: методи, моделі та засоби прогнозування ефективності працівників в ІТ-компанії.

ЗАДАЧІ:

1. Аналіз проблеми моніторингу та оцінки показників ефективності персоналу.
2. Огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки ефективності персоналу.
3. Визначення особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці.
4. Вибір датасету та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування ефективності персоналу.
5. Реалізація моделей машинного навчання.
6. Програмна реалізація, експериментальні дослідження та порівняння результатів.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ: статистичні методи, методи HR-аналітики, однофакторний, двохфакторний та багатофакторний аналізи, кореляційний аналіз, методи машинного навчання.

ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ: розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі прогнозування ефективності працівників в ІТ-компанії.

UDC 004.8

ABSTRACT

Analysis and forecasting of the efficiency of the company's employees based on machine learning methods – Dmytro Dronov, Master Thesis, Kharkiv, National Aerospace University “KhAI”, amount of pages 84, amount of tables 16, amount of figures 47, amount of literature's sources 15.

KEYWORDS: personnel management, IT companies, monitoring, performance indicators, employee evaluation, machine learning, forecasting, metrics, confusion matrix.

PURPOSE OF RESEARCH: to study and develop models and algorithms for forecasting employee performance in IT companies, aimed at improving the quality of decision-making in personnel management.

OBJECT OF RESEARCH: personnel management processes in IT companies.

SUBJECT OF RESEARCH: methods, models, and tools for forecasting employee performance in IT companies.

TASKS:

1. Analyse the problem of monitoring and evaluating personnel performance indicators.
2. Review existing publications on the application of forecasting for evaluating personnel performance.
3. Identify the features of applying artificial intelligence and machine learning methods in HR analytics.
4. Select a dataset and conduct exploratory data analysis for forecasting employee performance.
5. Implement machine learning models.
6. Develop software, perform experimental studies, and compare results.

METHODS OF RESEARCH: statistical methods, HR analytics methods, univariate, bivariate, and multivariate analyses, correlation analysis, machine learning methods.

RESULTS: a software solution has been developed to address the tasks of forecasting employee performance in IT companies.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ МОНІТОРИНГУ ТА ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ В ІТ-КОМПАНІЯХ.....	9
1.1 Основне завдання та елементи Performance Review	9
1.2 Підходи до оцінювання ефективності персоналу	14
1.3 Вплив штучного інтелекту та машинного навчання на інструменти оцінки продуктивності.....	17
Висновки за розділом.....	19
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ АНАЛІЗ ДАНИХ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ	21
2.1 Загальний опис датасету.....	21
2.2 Дослідницький аналіз даних.....	25
2.3 Кодування та масштабування даних	41
2.4 Кореляційний аналіз та зниження розмірності методом аналізу головних компонентів.....	45
Висновки за розділом.....	47
3 РОЗРОБКА МОДЕЛЕЙ ТА АЛГОРИТМІВ ПРОГНОЗУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРСОНАЛУ	49
3.1 Реалізація моделей машинного навчання	49
3.1.1 Support Vector Machine.....	49
3.1.2 Випадковий ліс	51
3.1.3 Нейромережева модель багатошарового персептрону.....	56
3.2 Порівняння результатів моделей машинного навчання	59
Висновки за розділом.....	60
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	61
4.1 Мета розділу	61
4.2 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (перший варіант)	61
4.3 Визначення тривалості та розрахунок собівартості виконання проекту (другий варіант)	66
Висновки за розділом.....	70
ВИСНОВКИ.....	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	72
ДОДАТОК А. Графічні матеріали	74

ВСТУП

Актуальність теми дослідження.

В умовах динамічного розвитку інформаційних технологій та надання послуг технічної підтримки, особливого значення набуває ефективне управління людськими ресурсами.

Персонал є ключовим фактором успіху будь-якої компанії, тому моніторинг та аналіз показників ефективності роботи співробітників стає невід'ємною частиною системи управління організацією. Своєчасне отримання об'єктивної інформації про результати діяльності персоналу дозволяє приймати обґрунтовані управлінські рішення, спрямовані на підвищення якості послуг, оптимізацію бізнес-процесів та досягнення стратегічних цілей компанії. Традиційні методи оцінки, такі як атестація та щорічна оцінка результатів діяльності, не завжди забезпечують достатню оперативність та повноту інформації.

У зв'язку з цим виникає потреба у розробці програмного забезпечення, яке дозволить автоматизувати процес прогнозування показників ефективності персоналу за допомогою методів штучного інтелекту та надасть керівництву зручні інструменти для аналізу та прийняття рішень.

Мета дослідження – дослідження та розробка моделей і алгоритмів прогнозування ефективності персоналу.

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

1. Аналіз проблеми моніторингу та оцінки показників ефективності персоналу.
2. Огляд наявних публікацій на тему застосування прогнозування в завданні оцінки ефективності персоналу.
3. Визначення особливостей застосування методів штучного інтелекту та машинного навчання в HR-аналітиці.
4. Вибір датасету та дослідницький аналіз даних для завдання прогнозування ефективності персоналу.
5. Реалізація моделей машинного навчання.
6. Програмна реалізація, проведення експериментальних досліджень та порівняння результатів.

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

Предмет дослідження – методи, моделі та засоби прогнозування ефективності персоналу в ІТ-компанії.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено програмне забезпечення, що дозволяє вирішувати задачі прогнозування ефективності

персоналу в ІТ-компанії, що забезпечує підвищення якості прийнятих рішень з управління персоналом.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Кваліфікаційна робота магістра складається зі вступу, 4 розділів, висновків, додатків та переліку посилань. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 84 сторінки, в тому числі: 47 рисунків; 16 таблиць; 1 додаток на 11 сторінках; перелік посилань з 15 найменувань на 2 сторінках.