

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук  
(повна назва)

Кафедра Інформаційних управляючих систем  
(повна назва)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)

«Дослідження методів оцінки ефективності роботи працівників  
при реалізації ІТ-проектів»  
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи УПГІТм-21-1

Вікторія ІВАНЕНКО

(власне ім'я, прізвище)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Управління проектами  
в галузі інформаційних технологій

(повна назва освітньої програми)

Керівник професор кафедри ІУС

Костянтин ПЕТРОВ

(посада, власне ім'я, прізвище)

Допускається до захисту

Зав. кафедри



(підпис)

Костянтин ПЕТРОВ

(власне ім'я, прізвище)

2023 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук

Кафедра Інформаційних управляючих систем

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

(код і повна назва)


Тип програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Освітня програма Управління проектами в галузі інформаційних технологій

(повна назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри 

(підпис)

« 03 » квітня 20 23 р.

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

студентові Іваненко Вікторії Юріївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження методів оцінки ефективності роботи працівників при реалізації ІТ-проектів

затверджена наказом університету від 03 квітня 2023 р. № 319Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 16 травня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Науково-технічні публікації та інтернет джерела з тематики атестаційної роботи

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі дослідити процес оцінювання продуктивності роботи працівника; виділити критерії оцінки ефективності роботи; провести аналіз існуючих методів оцінки продуктивності роботи; провести аналіз існуючих автоматизованих методів для оцінки продуктивності роботи працівника; розробити метод автоматизованої оцінки продуктивності роботи працівника на основі нейронної мережі; провести апробацію отриманих результатів.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Терміни виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на атестаційну роботу	03.04.2023	виконано
2	Аналіз літератури та Інтернет-джерел	03.04.2023 – 05.04.2023	виконано
3	Дослідження сучасного стану вирішення проблеми	06.04.2023 – 08.04.2023	виконано
4	Формування проблеми	09.04.2023	виконано
5	Постановка задачі	09.04.2023	виконано
6	Аналіз процесу оцінювання продуктивності роботи працівника	10.04.2023 – 12.04.2023	виконано
7	Визначення критеріїв оцінювання	13.04.2023 – 14.04.2023	виконано
8	Дослідження методів оцінювання продуктивності роботи працівника	15.04.2023 – 17.04.2023	виконано
9	Дослідження автоматизованих методів оцінювання продуктивності роботи працівника	18.04.2023 – 20.04.2023	виконано
10	Розробка методу оцінювання продуктивності роботи працівника на основі нейронної мережі	21.04.2023 – 25.04.2023	виконано
11	Апробація отриманих результатів	26.04.2023 – 28.04.2023	виконано
12	Написання пояснювальної записки	29.04.2023 – 03.05.2023	виконано
13	Підготовка презентації	03.05.2023 – 10.05.2023	виконано
14	Надання роботи на рецензію	09.05.2023	виконано
15	Надання роботи для перевірки на плагіат	11.05.2023	виконано
16	Надання роботи на підпис науковому керівникові	12.05.2023	виконано
17	Надання підписаної завідувачем кафедри роботи в ЕК	16.05.2023	виконано
18	Захист	17.05.2023	виконано

Дата видачі завдання 03 квітня 2023 р.

Студент \_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ професор кафедри ІУС Костянтин ПЕТРОВ

(підпис)

(посада, власне ім'я, прізвище)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської кваліфікаційної роботи містить: 70 с., 4 розділи, 26 рисунків, 4 табл., 38 джерел.

АВТОМАТИЗАЦІЯ СИСТЕМИ ОЦІНЮВАННЯ, АНАЛІЗ ДАНИХ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА, МЕТОДИ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання ефективності роботи працівника.

Предметом дослідження є методи оцінювання ефективності роботи працівника при реалізації ІТ-проєкту, які базуються на використанні критеріїв, що впливають на продуктивність його праці.

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу методів оцінки ефективності роботи працівників при виконанні ІТ-проєктів, а також розробка власного методу оцінки ефективності, з урахуванням переваг та недоліків існуючих.

Практична значимість роботи полягає у пришвидшенні оцінки продуктивності роботи працівників шляхом автоматизації процесу аналізу даних, за якими розраховується оцінка.

В результаті роботи було розроблено інтелектуальну систему для оцінки та відстеження продуктивності роботи працівників на основі нейронної мережі.

Розроблену систему можна використовувати у процесі оцінювання продуктивності роботи працівника рекрутером, керівником, чи іншою зацікавленою особою. Отримані результати можна використовувати для подальшої оптимізації та використання розробленого підходу у інших сферах та наукових досліджень.

## **ABSTRACT**

The explanatory note to the master's qualifying work contains: 70 pages, 4 chapters, 26 figures, 4 tables, 38 sources.

**AUTOMATION OF THE EVALUATION SYSTEM, DATA ANALYSIS, INTELLIGENT SYSTEM, NEURAL NETWORKS, WORK PRODUCTIVITY ASSESSMENT METHODS.**

The object of the research is the process of evaluating the employee's work efficiency.

The subject of the research is the methods of evaluating the efficiency of an employee in the implementation of an IT project, which are based on the use of criteria that affect the productivity of his work.

The purpose of the work is to conduct a comparative analysis of the methods of assessing the effectiveness of employees in the implementation of IT projects, as well as to develop one's own method of assessing the effectiveness, taking into account the advantages and disadvantages of the existing ones.

The practical significance of the work consists in speeding up the evaluation of the work productivity of employees by automating the process of analyzing the data used to calculate the evaluation.

As a result of the work, an intelligent system was developed for evaluating and tracking the work productivity of employees based on a neural network.

The developed system can be used in the process of evaluating the employee's work performance by a recruiter, manager, or other interested person. The obtained results can be used for further optimization and use of the developed approach in other areas and scientific research.

## ЗМІСТ

Скорочення та умовні позначки .....	7
Вступ .....	8
1 Аналіз предметної області та постановка задачі дослідження .....	10
1.1 Дослідження поняття оцінки ефективності роботи працівника .....	10
1.2 Аналіз критеріїв оцінки ефективності роботи працівників .....	13
1.2.1 Загальні критерії оцінки ефективності роботи працівника.....	14
1.2.2 Критерії оцінки ефективності роботи працівника в команді .....	18
1.2.3 Менторські критерії .....	18
1.3 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності роботи працівника .....	19
1.4 Постановка задачі.....	26
2 Аналіз існуючих автоматизованих методів оцінювання продуктивності роботи працівників.....	28
2.1 Обґрунтування необхідності автоматизації процесу .....	28
2.2 Огляд існуючих автоматизованих методів оцінювання продуктивності праці.....	30
3 Реалізація методу оцінювання продуктивності роботи працівників з використанням нейронної мережі .....	36
3.1 Вибір моделі нейронної мережі.....	36
3.2 Вхідні та вихідні дані для задачі оцінки продуктивності роботи працівника .....	42
3.3 Нормалізація даних та процес навчання нейронної мережі .....	45
4 Тестування розробленого підходу до оцінки продуктивності роботи працівників .....	51
4.1 Програмна реалізація інформаційної системи оцінки продуктивності роботи працівників.....	51
4.2 Приклад використання інтелектуальної системи оцінки продуктивності роботи працівника.....	52
4.3 Результати апробації з використанням контрольної групи .....	55
4.4 Рекомендації та обмеження використання інтелектуальної системи.....	59
Висновки.....	61
Перелік джерел посилання .....	63
Додаток А Анкета для опитування контрольної групи .....	67

## СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ІС – інформаційна система;

ІТ – інформаційні технології;

ШНМ – штучна нейронна мережа;

API - Application Programming Interface (програмний інтерфейс додатку);

CNN - Convolutional Neural Network (згорткова нейронна мережа);

CSV - Comma-Separated Values (текстовий формат, призначений для представлення табличних даних);

HR - Human resources (людські ресурси);

KPI - Key Performance Indicator (ключові показники ефективності);

RGB - Red, Green, Blue (адитивна колірна модель);

RNN - Recurrent neural network (рекурентна нейронна мережа);

SQL - Structured Query Language (мова структурованих запитів).

## ВСТУП

Будь-який власник бізнесу замислюється, наскільки продуктивно працюють його підлеглі. Таку увагу до продуктивності роботи можна легко пояснити: керівник платить. Виходячи з цього, очікування максимальної віддачі є природним.

Окрім цього, оцінювання продуктивності роботи співробітників є важливим інструментом для управління бізнесом, оскільки дозволяє виявити проблемні галузі роботи та вжити заходів щодо їх поліпшення, визначити потенціал співробітників та розробити плани їх розвитку, приймати рішення про можливість підвищення заробітної плати, бонуси та інші форми винагороди, планувати бізнес-процеси та виробничу діяльність компанії та інше.

Більшість ІТ компаній проводять оцінки продуктивності роботи співробітників, оскільки це допомагає визначити, наскільки ефективно використовуються ресурси компанії та як можна покращити роботу команди. Наприклад Google – одна з найвідоміших компаній, яка проводить оцінку продуктивності роботи співробітників. Вони використовують систему оцінки 360 градусів, яка оцінює співробітників на основі зворотного зв'язку від колег, керівників та підлеглих. Microsoft – інша велика ІТ-компанія, яка використовує оцінку продуктивності роботи співробітників. Вони використовують систему SMART, яка оцінює співробітників на основі конкретних, вимірних, досяжних, значимих та своєчасних цілей. Amazon використовує систему оцінки продуктивності роботи, яка оцінює співробітників на основі їх досягнень у рамках завдань, які були призначені. IBM – компанія, яка використовує оцінку продуктивності роботи співробітників для покращення роботи команди та підвищення якості

продуктів. Вони використовують систему оцінки «віч-на-віч», яка оцінює співробітників на основі зворотного зв'язку від їхніх керівників.

Серед вчених, що займалися вивченням проблем оцінки продуктивності роботи можна виділити Фредеріка Тейлора – американського інженера та науковця, який розробив теорію наукового управління, яка передбачає застосування наукових методів для оптимізації робочих процесів та підвищення продуктивності праці. Також значний внесок зробив Пітер Друкер – австрійсько-американський вчений і письменник, який розробив концепцію "управління знаннями" та запропонував нові підходи до оцінки продуктивності роботи співробітників. І слід ще зазначити Томаса Галлатлі – американського вченого, який провів дослідження в галузі мотивації та розробив методи оцінки продуктивності роботи, засновані на мотивації та інтересах співробітників.

У ході проведення наукових досліджень було також виявлено необхідність у розробці нових методів оцінки за рядом причин, а саме: традиційні методи оцінки, такі як щорічні огляди та оцінки результативності, можуть бути неефективними та недостатніми для аналізу реальної продуктивності роботи працівника; технології та вимоги до роботи змінюються швидко, що призводить до необхідності постійно оновлювати методи оцінки для відображення цих змін; кожен співробітник має свої унікальні якості та навички, які можуть бути важко оцінені стандартними методами оцінки; нові методи оцінки можуть допомогти більш точно вимірювати внесок кожного співробітника у загальний успіх компанії.

# 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

## 1.1 Дослідження поняття оцінки ефективності роботи працівника

Люди різняться за рівнем своїх талантів та здібностей. Психологи називають це індивідуальними відмінностями [1]. Не можна очікувати однакових результатів від двох співробітників, навіть якщо вони забезпечені однаковими умовами праці в організації. Чому це так? Причина у неминучих відмінностях між ними. Щось змушує їх працювати інакше. Ми не можемо очікувати на ідентичні результати від двох різних осіб. Завжди є певна різниця між якістю і кількістю однієї і тієї ж роботи на одній і тій самій задачі, що виконується двома різними людьми.

Аналіз ефективності [2, 3] – це важливий інструмент, який керівництво може використовувати для оцінки якості роботи будь-якого окремого співробітника в організації. Його також можна використовувати для виявлення можливостей для зростання та областей, в яких може знадобитися додаткове навчання або додаткове управління та підтримка.

Менеджери також можуть використовувати оцінку ефективності роботи для виявлення проблем чи недоліків у роботі з дисциплінарною метою; для документування важливих подій у кар'єрі співробітника або перебігу його перебування в організації. Як правило, безпосередній керівник співробітника бере на себе відповідальність за перевірку.

Основна мета оцінки ефективності полягає в тому, щоб виміряти та покращити роботу співробітників, підвищити їх майбутній потенціал та цінність для компанії [4, 5]. Інші цілі включають надання зворотного зв'язку, покращення комунікації, розуміння потреб у навчанні, уточнення ролей та обов'язків, і визначення того, як розподіляти винагороди.

У створенні та впровадженні системи оцінки ефективності роботи працівника, організації повинні вирішити, який процес або процедуру слід

використовувати [6]. Також важливо визначити, як саме буде проводитися оцінка та її фактичний зміст. Якщо співробітники вважають, що керівництво не стурбоване результатами оцінки, або якщо вони вважають, що керівництво не робить оцінку ретельно, тоді вони не сприйматимуть процес оцінки серйозно (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Процес оцінки ефективності роботи працівника

Розглянемо основні етапи процесу оцінки ефективності роботи працівників.

#### 1. Встановлення стандартів ефективності.

Першим кроком у процесі оцінки ефективності роботи є встановлення стандартів, які будуть використовуватися як основа для порівняння фактичної продуктивності співробітників [7].

Цей крок вимагає встановлення критеріїв для оцінки діяльності співробітників як успішної чи неуспішної та ступеня їхнього внеску в досягнення організаційних цілей і завдань. Набір стандартів має бути чітким, зрозумілим і вимірним.

Якщо продуктивність працівника неможливо виміряти, необхідно дуже ретельно описати стандарти.

## 2. Повідомлення стандартів.

Після встановлення стандартів керівництво зобов'язане довести стандарти до всіх працівників організації. Співробітники повинні бути проінформовані, а стандарти мають бути чітко роз'яснені працівникам. Це допоможе їм зрозуміти свої ролі та знати, чого саме від них очікують. Стандарти також повинні бути доведені до відома оцінювачів, і, якщо потрібно, стандарти також можуть бути змінені на цьому етапі відповідно до аргументованих відгуків від працівників або оцінювачів.

## 3. Вимірювання фактичної продуктивності.

Найскладнішою частиною процесу оцінки ефективності роботи є вимірювання фактичної продуктивності співробітників, тобто роботи, виконаної працівниками протягом зазначеного періоду часу. Це безперервний процес, який передбачає моніторинг продуктивності протягом року. Цей етап вимагає ретельного вибору відповідних методів вимірювання, піклування про те, щоб особисті упередження не вплинули на результат процесу та надавали допомогу, а не втручання в роботу співробітників.

## 4. Порівняння фактичної продуктивності з бажаною.

Фактична продуктивність порівнюється з бажаною або стандартною продуктивністю. Порівняння показує відхилення в продуктивності працівників від встановлених стандартів. Результат може показати, що фактична продуктивність є більшою за бажану продуктивність або фактична продуктивність є нижчою за бажану продуктивність, що відображає негативне відхилення в продуктивності організації. Цей етап включає збір, оцінку та аналіз даних, пов'язаних з продуктивністю співробітників.

## 5. Обговорення результатів.

Результати оцінювання повідомляються та обговорюються з працівниками в індивідуальному порядку. У центрі уваги цієї дискусії – спілкування та слухання. Результати, проблеми та можливі рішення

обговорюються з метою вирішення проблеми та досягнення консенсусу. Зворотній зв'язок має надаватися з позитивним настроєм, оскільки це може вплинути на майбутню продуктивність співробітників. Зворотний зв'язок керівників щодо оцінки ефективності має бути корисним для виправлення помилок, допущених працівниками, і мотивувати до кращої роботи, але не демотивувати. До надання зворотного зв'язку щодо ефективності роботи працівника слід ставитися дуже обережно, оскільки воно може призвести до емоційного спалаху, якщо воно не виконується належним чином. Іноді співробітників слід підготувати, перш ніж давати їм відгук, оскільки він може бути сприйнятий позитивно чи негативно залежно від природи та ставлення працівників.

## 1.2 Аналіз критеріїв оцінки ефективності роботи працівників

Працівники можуть очікувати як щорічного підвищення заробітної плати чи грошових бонусів, так і визнання своєї роботи, а також задоволення від роботи через виконання складних завдань. Зазвичай, протягом усієї кар'єри продуктивність працівника буде контролюватися та оцінюватися, а рівень зарплати, звання та відповідальності залежатимуть від того, наскільки працівник задовольняє встановленим критеріям ефективності роботи [8].

Таким чином, зрозуміло, що оцінювання продуктивності необхідно сприймати серйозно. Дійсно, оцінювання продуктивності можна вважати найважливішим періодом роботи працівника в організації, а отже, його також слід проводити уважно й обережно.

Крім того, враховуючи той факт, що керівники також діляться відгуками, оцінювання продуктивності може бути приводом для того, щоб дати працівникові зрозуміти, що він робить добре та які аспекти йому потрібно покращити.

Тому дуже важливо правильно обрати критерії, за якими ви будете оцінювати ефективність працівника, для того, щоб адекватно оцінити стан речей та надати вичерпний відгук.

Критеріїв, за якими можна оцінити працівника, велика кількість. Умовно можемо розділити їх на загальні критерії – ті, що стосуються особисто людини, рис характеру, знань та інше; критерії на основі команди – як працівник поводить себе у колективі; та менторські критерії – на скільки працівник готовий брати на себе відповідальність за інших членів команди та приймати участь в їх професійному розвитку. Розглянемо кожен з категорій більш детально.

### 1.2.1 Загальні критерії оцінки ефективності роботи працівника

Розглянемо загальні критерії оцінки ефективності роботи працівника.

Пристосованість [9] – ефективність, з якою працівник працює під стресом і реагує на зміни, тобто:

- сприйнятливий до змін/нових ідей;
- демонструє порив у вирішенні важких ситуаціях;
- демонструє здатність змінювати поведінковий стиль та підходити до вирішення проблем.

Стресостійкість – міра, що показує, на скільки працівник може демонструвати стабільну продуктивність під впливом тиску:

- у стресових ситуаціях демонструє холонокровність і розважливність;
- демонструє належну реакцію та результативність під час зіткнень та/або періодів високого рівня тиску.

Наполегливість/мотивація – міра, що показує, на скільки працівник прагне досягти мети і пишається досягненням:

- охоче приймає ініціативу;

- демонструє орієнтацію на досягнення результатів;
- поведінка відображає бажання досягти успіху на роботі;
- працює стабільно та активно;
- демонструє впевненість у собі та позитивне ставлення до себе та інших.

Відповідальність – наскільки на працівника можна покластися у роботі та виконання обов'язків позиції:

- виконує роботу вчасно, якісно та надійно;
- звіти про роботу вчасно;
- дотримується інструкцій;
- повідомляє про зміну розкладу негайно до керівника;
- підтримує регулярне відвідування офісу.

Комунікативність – наскільки працівник ефективно слухає, передає та отримує ідеї, інформацію та напрямки:

- прагне уточнити та підтвердити точність розуміння незнайомих або розпливчастих термінів та інструкцій;
- робить усне та письмове спілкування чітким та простим для розуміння;
- оцінює та вживає заходів для вдосконалення здатності до спілкування (письмового та словесного), щоб ідеї та консультації були передані з точністю та ефективністю.

Креативність – міра, що показує, як працівник генерує працездатні та інноваційні ідеї, концепції та методи:

- пропонує спроби спростити та/або вдосконалити процедури та методики;
- ініціює нові та креативні ідеї чи процедури для покращення відділу чи організації;
- шукає нові рішення старих проблем.

Орієнтованість на клієнта – на скільки працівник бере ініціативу для того, щоб своєчасно та ввічливо задовольнити внутрішні та зовнішні потреби клієнтів:

- вивчає запити клієнтів, для того, щоб належним чином визначити та вирішити проблеми клієнтів;
- відповідає на запити клієнтів на дату контакту або протягом 24 годин
- визнає недоліки, коли це доречно;
- задаючи питання, виявляє вимоги та допомагає замовнику пройти через частину процесу прийняття рішень;
- обслуговує клієнтів таким чином, що підвищує їх впевненість у тому, що їх запит буде виконано належним чином.

Надійність/ініціатива – на скільки працівник ефективно та сумлінно виконує завдання з мінімальним наглядом або самостійно:

- адаптується до змін;
- ділиться ідеями та пропозиціями;
- бере на себе нові обов'язки;
- готовий допомогти колегам;
- вчасно та ефективно долає складні ситуації, швидко береться за проблеми і знаходить рішення;
- потребує мінімального нагляду, діє самостійно в рамках встановлених інструкцій;
- демонструє прагнення до розвитку, бачить можливості та діє відповідно до них.

Знання роботи – демонстрація технічних, адміністративних, управлінських, наглядових чи інших спеціалізованих знань, необхідних для виконання роботи. Розглянемо ступінь знань про роботу відносно тривалості часу на поточній позиції:

- здатний відповісти на складні запитання;
- ефективно освоює нові навички;

- вивчає сучасну інформацію, пов'язану з роботою.

Судження – здатність аналізувати проблеми або процедури, оцінювати альтернативи та вибирати найкращий напрям дій:

- використання логіки та здорового глузду при прийнятті рішень;
- приймає відповідні та послідовні рішення;
- отримує та оцінює відповідну інформацію для визначення джерела та альтернативних варіантів вирішення проблем.

Планування та організація – як працівник планує, організовує та виконує завдання чи доручення:

- демонструє ефективне використання часу та об'єктів, що знаходяться під його контролем;
- дотримується термінів;
- зберігає чітке розуміння щоденних завдань;
- розставляє пріоритети обов'язків відповідно до цілей організації;
- ефективно керує завданнями, включаючи контроль і делегування.

Кількість робіт – обсяг роботи, виконаної працівником, враховуючи швидкість працівника, його точність та послідовність результатів:

- досягає переконливих вимірюваних результатів;
- зберігає контроль і темп роботи;
- виконує завдання вчасно та відповідно до вимог;
- попереджає відповідного члена команди, якщо необхідно переглянути терміни для виконання роботи з вищим пріоритетом.

Безпека – міра дотримання працівником правил безпеки та охорони праці:

- підтримує та дотримується норм безпеки та охорони праці;
- повідомляє інших про порушення правил безпеки та охорони праці.

### 1.2.2 Критерії оцінки ефективності роботи працівника в команді

Розглянемо критерії оцінки ефективності роботи працівника в команді.

Будування взаємозв'язків – наскільки працівник будує та підтримує робочі відносини та контакти, необхідні для ефективного вирішення проблем та досягнення цілей, пов'язаних з його позицією:

- активно вирішує конфлікти на робочому місці;
- охоче виконує призначені проекти;
- підтримує організаційні цілі та починання.

Командна робота [10] – ступінь, яка вимірює, як добре працівник працює в командній обстановці:

- як працівник взаємодіє та обмінюється ідеями;
- спостерігає за здібностями та ідеями членів команди;
- працює справедливо і намагається розподілити робоче навантаження рівно з іншими.

Робота з іншими/співпраця – визначає, як добре співробітник співпрацює з клієнтами та громадськістю:

- здобуває впевненість у собі та довіру від інших;
- визнає сильні та слабкі сторони себе та інших;
- виявляє відповідну чутливість до почуттів інших;
- орієнтується на ефективність, а не на особисті почуття у відношенні інших.

### 1.2.3 Менторські критерії

Розглянемо критерії оцінки ефективності роботи працівника як ментора.

Економічна ефективність – показник, в якому вимірюється, наскільки співробітник прагне використовувати матеріали, обладнання та персонал для досягнення максимальної ефективності:

- використовує ефективні матеріали для покращення відділу та/або робочих показників;

- встановлює бюджет та/або функції в межах бюджету.

Делегатові та наглядові навички – наскільки працівник показує здатність ефективно уповноважувати роботу та контролювати підлеглих:

- чітко визначає обов'язки та обмеження влади підлеглих;

- мотивує працівників думати та працювати самостійно;

- визнає індивідуальні можливості та призначає роботу відповідно продемонстрованих навичок та знань;

- консультує працівників як у позитивних, так і в негативних обставинах;

- оцінює ефективність та індивідуальний внесок підлеглих.

Розвиток підлеглих [11] – здатність працівника ефективно оцінювати навички, знання, схильність, інтереси та потреби в розвитку, що стосуються індивідуальних та групових результатів роботи:

- розробляє та реалізує або забезпечує відповідні плани навчання чи розвитку та програми;

- надає відповідну підтримку працівникам для досягнення свого потенціалу та цілей.

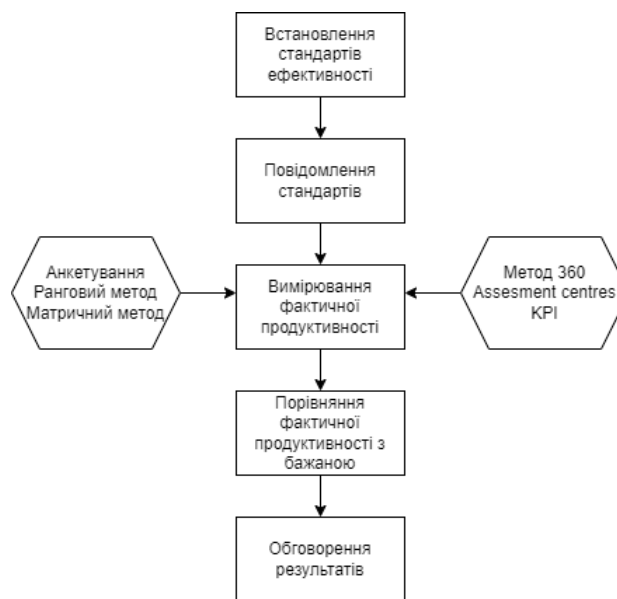
### 1.3 Аналіз існуючих методів оцінки ефективності роботи працівника

Оцінка ефективності роботи співробітника має ключове значення для здатності організації підвищувати продуктивність і вдосконалювати методи досягнення кращих результатів. Перевірка ефективності часто проводиться

щонайменше раз на рік або раз на півроку, але деякі організації роблять це частіше.

Організація може проводити оцінку продуктивності багатьма способами завдяки незліченній кількості різноманітних доступних методів і стратегій. Крім того, кожна організація може мати власну унікальну філософію, яка впливає на те, як розробляється та проводиться оцінка ефективності роботи працівника.

Атестація роботи допомагає визначити осіб, які працюють добре, і тих, хто ні, а також причини їх поганої роботи. Організації можуть використовувати багато як традиційних, так і найсучасніших методів на етапі вимірювання фактичної продуктивності (рисунк 1.2). Розглянемо деякі з них докладніше.



Рисунк 1.2 – Зв’язок методів оцінки ефективності та самого процесу оцінки

Метод 360 [12 – 14] – це, по суті, система оцінки та зворотного зв’язку з кількома особами. Майже кожна компанія зі списку Fortune 500 використовує це в тій чи іншій формі. У цьому методі кандидат періодично (один раз на рік, а іноді навіть півроку) оцінюється низкою оцінювачів, включаючи його начальника, безпосередніх підлеглих, колег, внутрішніх і зовнішніх клієнтів.

Оцінка проводиться за допомогою анкети, спеціально розробленої для вимірювання факторів, що вважаються критичними для продуктивності. Оцінка проводиться анонімно іншими особами, а оцінку збирає зовнішній агент (консультант) або спеціально призначений внутрішній агент (наприклад, відділ кадрів).

Зазвичай цей метод використовується для співробітників середньої та вищої ланки. Складність їхніх ролей дозволяє організації генерувати достатньо даних від усіх зацікавлених сторін для значущої оцінки.

Оцінка 360 градусів складається з чотирьох невід'ємних компонентів (рисунок 1.3).

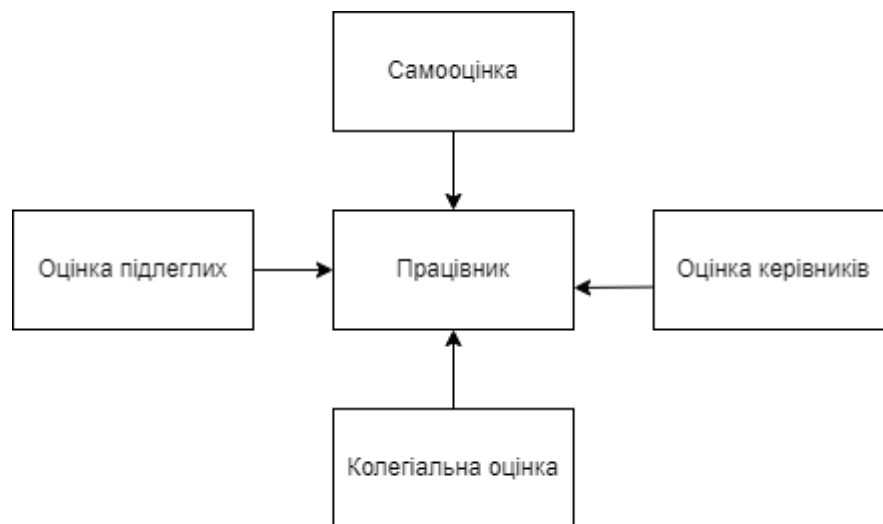


Рисунок 1.3 – Складові оцінки методом 360 градусів

Самооцінка дає можливість працівнику поглянути на свої сильні та слабкі сторони, свої досягнення та оцінити власну роботу. Оцінка керівника є традиційною частиною 360-градусної оцінки, коли керівник оцінює обов'язки та фактичну продуктивність співробітників. Оцінка підлеглих дає можливість судити про співробітника за такими параметрами, як комунікативні та мотиваційні здібності, здатність начальника делегувати роботу, лідерські якості тощо. Колегіальна оцінка може допомогти визначити здатність робітників працювати в команді, співробітництво та чуйність до інших.

Діапазон зворотного зв'язку можна розширити, включивши в нього інші зацікавлені сторони — зовнішніх клієнтів або постачальників (це іноді називають 540-градусним методом оцінки) [15]. Також зворотній зв'язок може бути повністю ініційований колегами (в групі) або як колегами, так і керівниками команд (такий метод оцінки називають 180-градусним або методом висхідного зворотного зв'язку, коли його надають підлеглі своїм керівникам).

Таблиця 1.1 – Переваги та недоліки методу оцінки 360

Переваги	Недоліки
Думки, зібрані від багатьох співробітників, напевно, будуть більш переконливими.	Займає багато часу та є складним в адмініструванні
Оцінювати результати діяльності персоналу повинен не тільки керівник, а й інші колеги.	Зворотній зв'язок може спричинити проблеми та напругу для деяких співробітників.
Люди, які недооцінюють себе, часто мотивуються відгуками інших.	Оцінити результати буде дуже важко.
	Може створити атмосферу підозри, якщо інформація не розкривається відкрито та чесно.
	Зворотній зв'язок може бути марним, якщо його не обробляти уважно.
	Існує потреба в навчанні та значних зусиллях для досягнення ефективної оцінки.

KPI (Key Performance Indicators) [16] з англійської перекладається як «ключові показники ефективності». Відповідно, це система оцінки персоналу, яка дозволяє визначити ефективність співробітників фірми щодо їх здатності досягнення стратегічних і тактичних цілей.

Методика оцінки KPI передбачає, що з кожної посади у компанії розроблено дві моделі поточних результатів і компетенцій (як таблиці). У першій перераховані всі критерії, за якими має оцінюватися ефективність співробітника, – кількісні та якісні, командні та індивідуальні. У другій – компетенції, необхідні для цієї посади – корпоративні, управлінські та експертні. З двох моделей обирають п'ять-сім основних показників з метою оцінки результатів компетенції співробітника за конкретний період і записують їх у таблиці його персональної діяльності. Компетенції при цьому прирівнюються до якісних результатів його роботи. Безпосередній керівник співробітника привласнює кожному з вибраних показників вагу від 0 до 1. При цьому він орієнтується лише на власні пріоритети. Сумарна вага показників повинна дорівнювати одиниці.

Після закінчення контрольного періоду оцінюються всі показники KPI. При цьому якісні оцінюються за порядковою 100-бальною шкалою, а кількісні – за природною метричною. Щоб дізнатися KPI відділу, потрібно скласти значення ключових показників KPI всіх співробітників та розділити на планове значення (наприклад, за підсумками місяця). Щоб обчислити індивідуальне значення KPI для співробітника, потрібно фактичні показники поділити на планові, а результат помножити на 100%.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки методу оцінки КРІ

Переваги	Недоліки
Метод дозволяє відстежувати ефективність діяльності підрозділів та кожного співробітника в організації	Впровадження КРІ — складний та трудомісткий процес, який потребує багато часу та ресурсів
Кожний працівник має чітке розуміння, на який обсяг винагороди може розраховувати і що потрібно зробити, щоб отримати його	Співробітники можуть почати концентруватися на обмеженій кількості показників своєї роботи, через що може постраждати якість роботи компанії
Підвищення рівня задоволеності співробітників, оскільки робоче навантаження та заохочення за старанну працю розподіляються справедливо	КРІ може негативно впливати на командну роботу, тому що кожен співробітник буде зацікавлений у досягненні лише своїх ключових показників
	Якщо неправильно розрахувати КРІ і встановити завищені чи занижені показники ефективності, це може сильно демотивувати працівників
	Складно визначити КРІ співробітникам, результат роботи яких не можна оцінити кількісними показниками. Наприклад, творчі професії

Анкетування являє собою письмове опитування, що включає певний набір питань і описів. Оцінюючий аналізує наявність або відсутність зазначених рис у атестованого і відзначає відповідний варіант.

Це один з найпростіших способів оцінки і найбільш об'єктивний з точки зору співробітника. Анкета також може бути доповнена теоретичними та тематичними питаннями, пов'язаними з предметами та сферами, опосередковано пов'язаними з ефективністю. Це може бути знання продукту, процесу чи інше.

На основі критеріїв оцінки ефективності роботи розробляється пробна версія анкети з подальшим тестуванням на контрольній групі [17]. Після цього, в залежності від результатів контрольної групи, форму анкетування корегують та проводиться опитування вже безпосередньо цільової аудиторії.

Таблиця 1.3 – Переваги та недоліки методу анкетування

Переваги	Недоліки
Результат можна отримати досить швидко	Відсутність особистого контакту не дозволяє змінювати порядок та формулювання питань залежно від відповідей чи поведінки респондентів
Можливість організації масових досліджень	Не завжди достатня достовірність подібних «самозвітів», на підсумки яких впливають несвідомі установки та мотиви респондентів або їх бажання виглядати у вигіднішому світлі, свідомо прикрасивши реальний стан справ.
	Суб'єктивний характер одержуваних відомостей
	Необхідність попередньої професійної підготовки анкети
	Відносно велика трудомісткість та значні витрати на проведення опитувань, а також можливе зниження точності отриманої інформації, зумовлене неправильними чи спотвореними відповідями

## 1.4 Постановка задачі

У ході аналізу існуючих методів оцінки ефективності роботи працівника стали очевидні їх основні недоліки.

По-перше, переважна кількість методів носить суб'єктивний характер (оцінка проводиться людьми над людьми, і вони можуть бути не до кінця об'єктивними у своїх судженнях, та спиратися на особисту симпатію чи антипатію).

По-друге, впровадження методів аналізу ефективності роботи співробітників – трудомісткий процес, що займає багато часу на попередню підготовку.

По-третє, аналіз результатів теж проводиться людьми «вручну», що займає час, через що немає можливості проводити дані аналізи часто.

Таким чином, беручи за основу усе вищезазначене, можна визначити предмет, об'єкт та мету дослідження.

Об'єктом дослідження є процес оцінювання ефективності роботи працівника.

Предметом дослідження є методи оцінювання ефективності роботи працівника при реалізації ІТ-проєкту, які базуються на використанні критеріїв, що впливають на продуктивність його праці.

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу методів оцінки ефективності роботи працівників при виконанні ІТ-проєктів, а також розробка власного методу оцінки ефективності, з урахуванням переваг та недоліків існуючих.

Для досягнення мети необхідно вирішити наступні основні завдання:

- дослідити складові частини процесу оцінки ефективності роботи працівників;
- дослідити критерії, за якими можна проводити оцінку ефективності;
- провести аналіз існуючих методів оцінки ефективності та виділити

їх недоліки та переваги;

- провести аналіз існуючого інструментарію, що використовується для оцінки ефективності роботи працівників;
- розробити метод оцінки ефективності роботи працівників на основі застосування апарату штучних нейронних мереж;
- перевірити ефективність розробленого методу на практиці;
- провести аналіз отриманих результатів.

## **2 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ МЕТОДІВ ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРАЦІВНИКІВ**

### **2.1 Обґрунтування необхідності автоматизації процесу**

Дуже часто працівники розглядають оцінювання ефективності їх роботи як діяльність, яка виконується заради того, щоб зробити і покінчити з цим. Ручні системи управління ефективністю праці, як правило, відволікають робітників і створюють більше проблем, ніж вирішують.

Не тільки працівники, але навіть менеджери та керівники відділу персоналу втомилися від цієї рутинної роботи. Згідно з опитуванням, 95% керівників «незадоволені» традиційним управлінням продуктивністю та вважають, що його можна покращити. Крім того, цілих 59% співробітників вважають, що традиційні перевірки ефективності роботи «не впливають» на їх продуктивність.

Саме у цьому на допомогу може прийти більш об'єктивна автоматизована інтелектуальна система оцінювання ефективності роботи працівників, яка буде позбавлена упередженості та зекономить велику кількість часу. Сучасні технології можуть зіграти величезну роль з точки зору автоматизації інноваційних систем управління продуктивністю. З правильним підходом вони зможуть полегшити роботу відділу кадрів, керівників та інших зацікавлених осіб при оцінюванні продуктивності роботи. Також автоматизація процесу може надати можливість проводити такі оцінювання частіше, що дозволить раніше виявити проблему та прийняти своєчасні дії.

Звіт Global HR Trends показує, що майже 70% організацій почали переосмислювати свій процес управління продуктивністю, щоб включити нові технології та методології. Це дозволить компаніям оптимізувати та впровадити інновації у процес оцінювання продуктивності роботи та позбутися частки проблем. Також слід зазначити, що впровадження технологій може не виключати людську взаємодію, а полегшити процес. Це

робить оцінювання продуктивності роботи працівника швидшим та якіснішим.

Серед переваг повної чи часткової автоматизації процесу можна виділити наступне.

1. Швидкий зворотний зв'язок. Робітники зазвичай не мають бажання чекати своїх щорічних оцінок продуктивності роботи. Вони надають перевагу частим, неформальним і орієнтованим на розвиток обговоренням продуктивності. Автоматизовані системи оцінювання продуктивністю роботи співробітників можуть допомогти менеджерам і відділу кадрів підтримувати постійний зв'язок з робітниками. Таким чином, послідовний і конструктивний зворотний зв'язок призводить до своєчасної комунікації, яка є найбільш важливою для працівників.

2. Оптимізація процесів оцінювання. Автоматизація суттєво зменшує навантаження на відповідальних за проведення оцінювання осіб. Таким чином, компанії можуть проводити часті оцінки продуктивності роботи для моніторингу прогресу та оцінки потреб у розвитку, завершуючи, наприклад, оцінкою продуктивності роботи наприкінці року. Також при ручному оцінюванні витрачається багато часу на заповнення відповідних форм чи документів, нагадування співробітникам про необхідність це зробити, обробку результатів, тощо. І, якщо автоматизувати ручні завдання, з'явиться більше часу на вдосконалення процесів.

3. Економія коштів. Окрім економії часу та енергії, автоматизація також дозволяє значно заощадити кошти. Оскільки організації переходять від ручного паперового оцінювання до веб-програмного забезпечення для оцінювання продуктивності роботи, ці інструменти є відносно економічно ефективними.

4. Легкий доступ до інформації. Програмне забезпечення для автоматизації перевірки продуктивності роботи допомагає співробітникам і менеджерам звертатися до минулих записів про діяльність і продуктивність і освіжити пам'ять під час сеансів обговорення. Таким чином менеджери

можуть надавати працівникам чесні, прозорі та значущі огляди та рекомендації щодо розвитку. Результат – працівники зазвичай більш впевнені в надійних оцінках і більше залучені до процесу.

## 2.2 Огляд існуючих автоматизованих методів оцінювання продуктивності праці

Наразі існує багато інструментів, що дозволяють пришвидшити чи полегшити процес оцінювання, відстежування та керування продуктивністю роботи працівників. Розглянемо їх більш детально.

Серед програмних забезпечень для керування продуктивністю роботи працівників можна виділити Workday. Це хмарна платформа, яка поєднує у собі функції управління персоналом, управління талантами, відстеження робочого часу та фінансового менеджменту тощо (рисунок 2.1). Однією з ключових особливостей Workday є його модуль управління продуктивністю, який дає змогу організаціям відстежувати та оцінювати продуктивність співробітників відповідно до заздалегідь визначених цілей і завдань. За допомогою цього модуля менеджери можуть встановлювати цілі та завдання для окремих співробітників, створювати огляди ефективності та відстежувати прогрес з часом. Співробітники також можуть надавати відгуки про власну ефективність і встановлювати власні цілі розвитку. Модуль управління продуктивністю Workday також забезпечує 360-градусний зворотний зв'язок, що означає, що співробітники можуть отримувати відгуки з багатьох джерел, включаючи колег, підлеглих і керівників. Це дає більш повне уявлення про ефективність роботи співробітника та може допомогти визначити сфери, які потрібно вдосконалити.

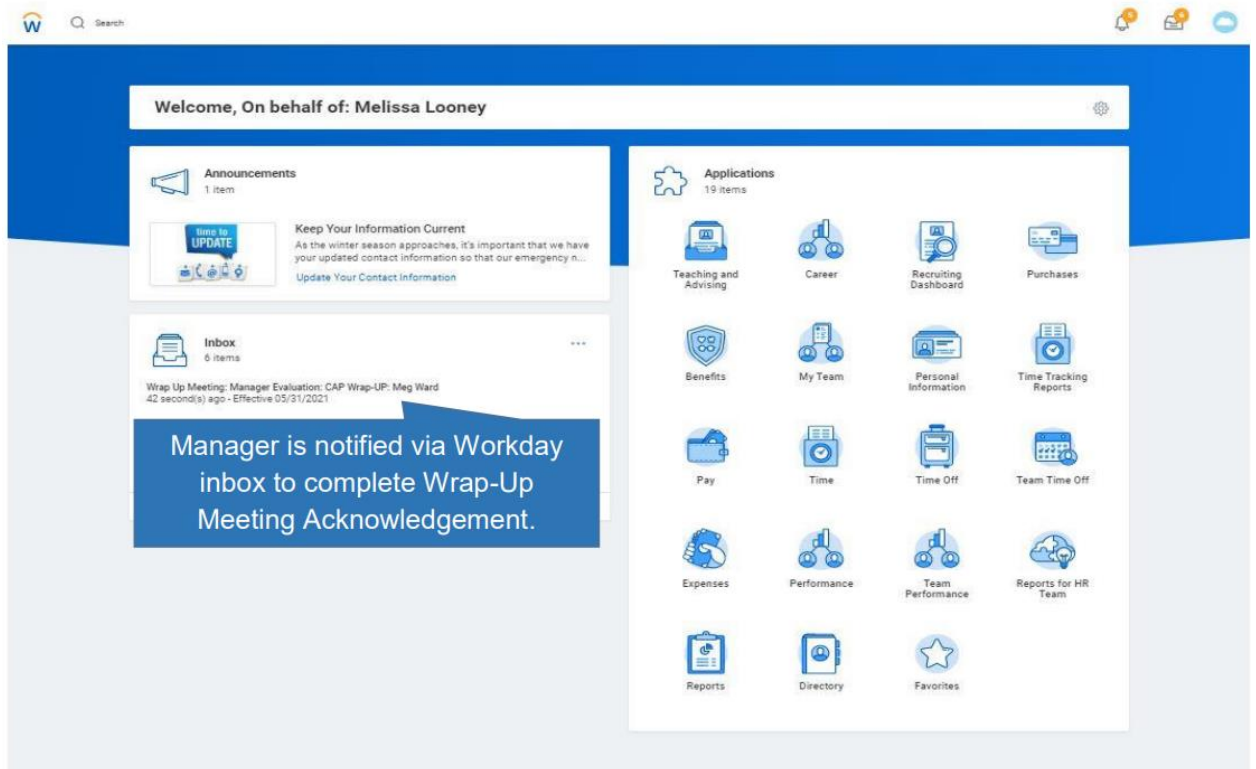


Рисунок 2.1 – Сторінка менеджера у Workday

Ще одним прикладом програмного забезпечення, що може полегшити процес оцінювання продуктивності роботи працівників можна назвати PerformYard. Це хмарна програмна платформа для управління продуктивністю роботи, яка допомагає організаціям оптимізувати процеси оцінки продуктивності та ефективність роботи співробітників. Платформа пропонує ряд функцій, які дозволяють менеджерам встановлювати цілі, надавати відгуки, відстежувати прогрес і оцінювати ефективність (рисунок 2.2).

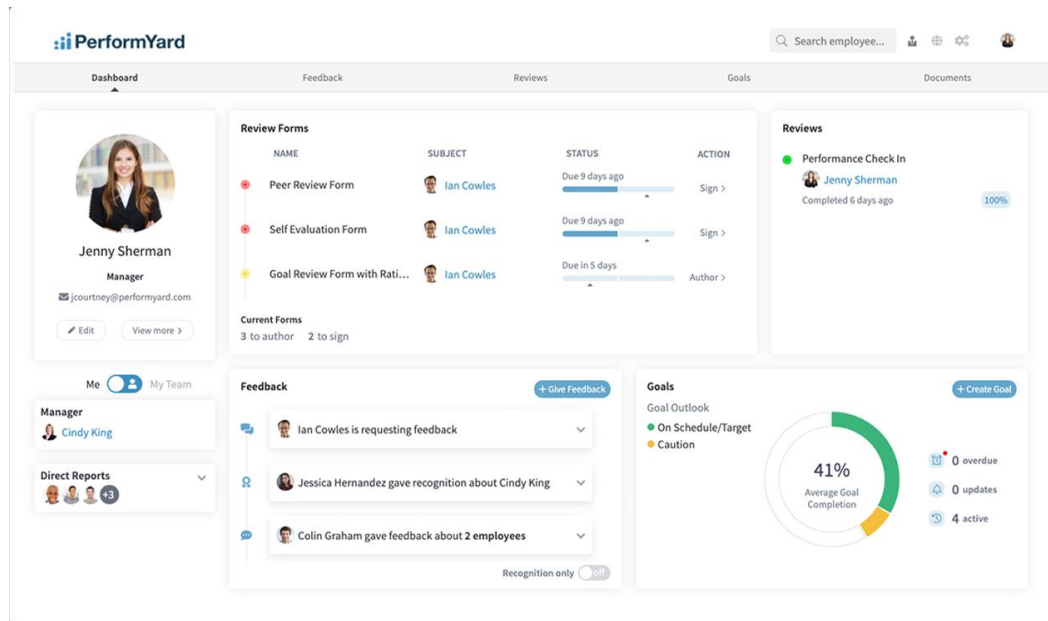


Рисунок 2.2 – Сторінка у PerformYard з цілями та відгуками

Однією з ключових особливостей PerformYard є його модуль цілепокладання, який дозволяє менеджерам створювати та відстежувати цілі для окремих співробітників або команд. Цілі можна налаштувати відповідно до конкретних потреб різних ролей і відділів, а прогрес можна відстежувати в режимі реального часу. Співробітники також можуть надавати відгуки про власний прогрес і отримувати відгуки від колег і керівників (рисунок 2.3).

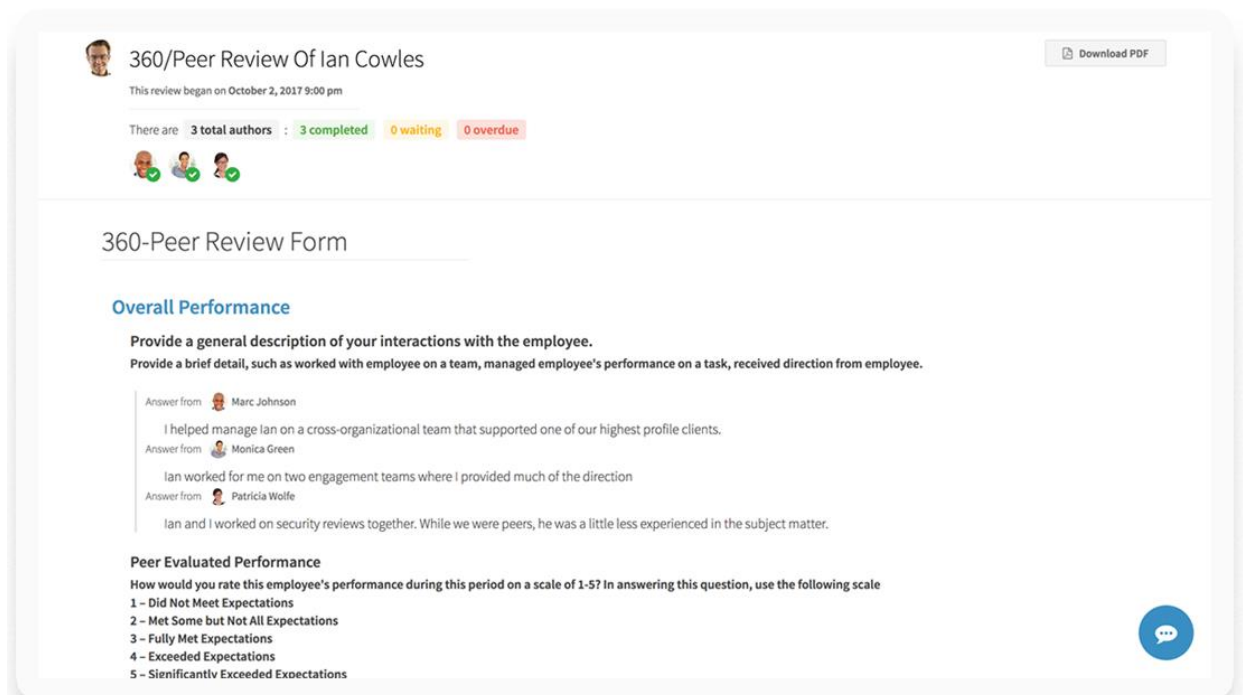


Рисунок 2.3 – Оцінювання 360 у PerformYard

PerformYard також пропонує низку функцій зворотного зв'язку та розпізнавання, включно з відгуками колег і значками розпізнавання. Це дозволяє співробітникам отримувати відгуки з багатьох джерел і відзначати своїх колег за їхні досягнення.

Програмне забезпечення для відстеження робочого часу можна використовувати для вимірювання та аналізу того, як працівники проводять свій час на роботі. Це може допомогти роботодавцям оцінити продуктивність роботи, визначити сфери вдосконалення та відстежувати прогрес у досягненні цілей.

Toggl – це хмарне програмне забезпечення для відстеження часу, яке дозволяє організаціям вимірювати та відстежувати ефективність роботи співробітників, відстежуючи кількість часу, витраченого на різні завдання та проекти. Платформа пропонує ряд функцій, які дозволяють менеджерам відстежувати час, створювати звіти та аналізувати продуктивність роботи співробітників. Однією з ключових особливостей Toggl є його можливості відстеження часу, які дозволяють співробітникам відстежувати кількість часу, який вони витрачають на різні завдання та проекти (рисунок 2.4). Це надає менеджерам точні дані про те, як співробітники витрачають свій час, і може допомогти визначити сфери, які потрібно вдосконалити.

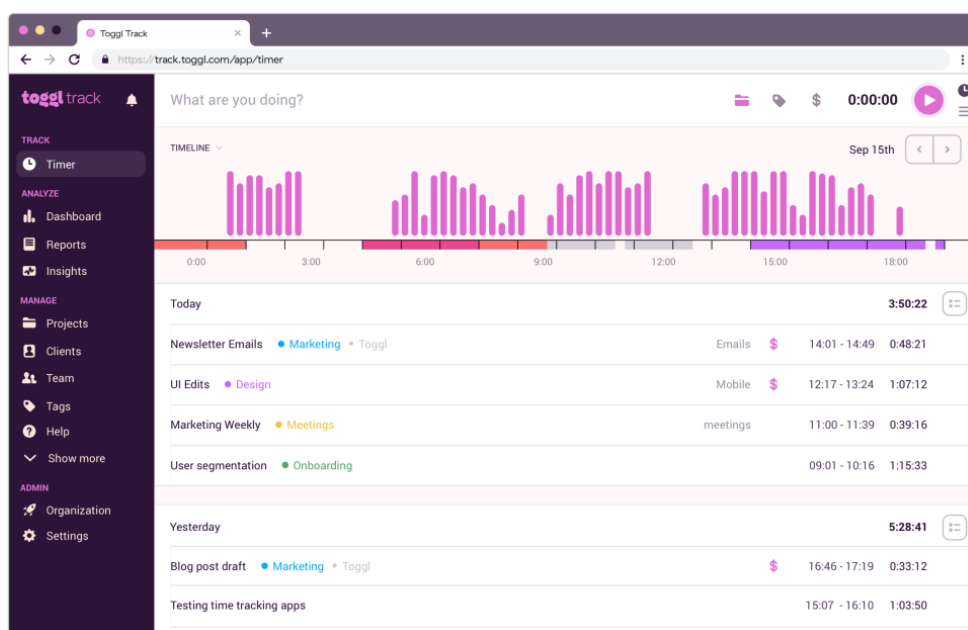


Рисунок 2.4 – Відстеження часу у Toggl

Toggl також пропонує низку функцій звітності та аналітики, включаючи інформаційні панелі проекту та детальні звіти про час. Ці функції дозволяють менеджерам відстежувати продуктивність співробітників, визначати тенденції та приймати рішення на основі даних.

Окрім функцій відстеження часу, Toggl пропонує низку інших інструментів продуктивності, таких як керування проектами та відстеження завдань. Це дозволяє співробітникам ефективніше керувати своєю роботою та гарантує, що вони працюють над потрібними завданнями в потрібний час.

Також слід виділити веб-інструменти для опитування та зворотного зв'язку, які можна використовувати для збору відгуків від співробітників, менеджерів, колег та інших зацікавлених сторін про ефективність роботи співробітника. Ці інструменти часто дозволяють отримувати анонімні відгуки та надають інформацію про ті сфери, де співробітники досягли кращих результатів або потребують вдосконалення. Одним з них є SurveyMonkey.

SurveyMonkey — це програмна платформа для опитування, яка дозволяє організаціям збирати й аналізувати відгуки від співробітників та інших зацікавлених сторін. Платформа пропонує низку шаблонів опитувань і варіантів налаштування, що полегшує організаціям створення та розповсюдження опитувань для вимірювання продуктивності роботи співробітників, задоволеності роботою та залучення.

Однією з ключових особливостей SurveyMonkey є його конструктор опитувань, який дає змогу організаціям створювати персоналізовані опитування з різними типами запитань, включаючи множинні відповіді, відкриті та рейтингові шкали (рисунки 2.5). Платформа також пропонує готові шаблони опитувань, які можна використовувати для вимірювання залученості, задоволеності та продуктивності співробітників.

Customer Satisfaction Survey Template

1. How likely is it that you would recommend this company to a friend or colleague?

NOT AT ALL LIKELY EXTREMELY LIKELY

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Overall, how satisfied or dissatisfied are you with our company?

Very satisfied  Somewhat dissatisfied

Somewhat satisfied  Very dissatisfied

Neither satisfied nor dissatisfied

3. Which of the following words would you use to describe our products? Select all that apply.

Reliable  Overpriced

High quality  Impractical

Useful  Ineffective

Unique  Poor quality

Good value for money  Unreliable

4. How well do our products meet your needs?

Extremely well  Not so well

Very well  Not at all well

Рисунок 2.5 – Приклад форми опитування у SurveyMonkey

Після створення опитування SurveyMonkey пропонує низку варіантів розповсюдження, включаючи запрошення електронною поштою, вбудовування веб-сайту та публікацію в соціальних мережах. Платформа також надає результати та аналітику в реальному часі, дозволяючи менеджерам відстежувати рівень відповідей, аналізувати дані та визначати тенденції.

## **3 РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ ОЦІНЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРАЦІВНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ**

### **3.1 Вибір моделі нейронної мережі**

Для досягнення мети роботи, що була сформульована у підрозділі 1.4, необхідно розробити метод оцінки ефективності працівника, що дозволить пришвидшити процес оцінювання та обробки результатів. Для цього було вирішено спроектувати нейронну мережу, що дозволить автоматизувати аналіз даних. Тому є доречним розглянути існуючі моделі нейронних мереж, технології їх навчання і т. ін. Схема базової класифікації нейронних мереж зображена на рисунку 3.1. На основі розглянутої інформації необхідно спроектувати нейронну мережу, що буде використана у подальшому дослідженні.

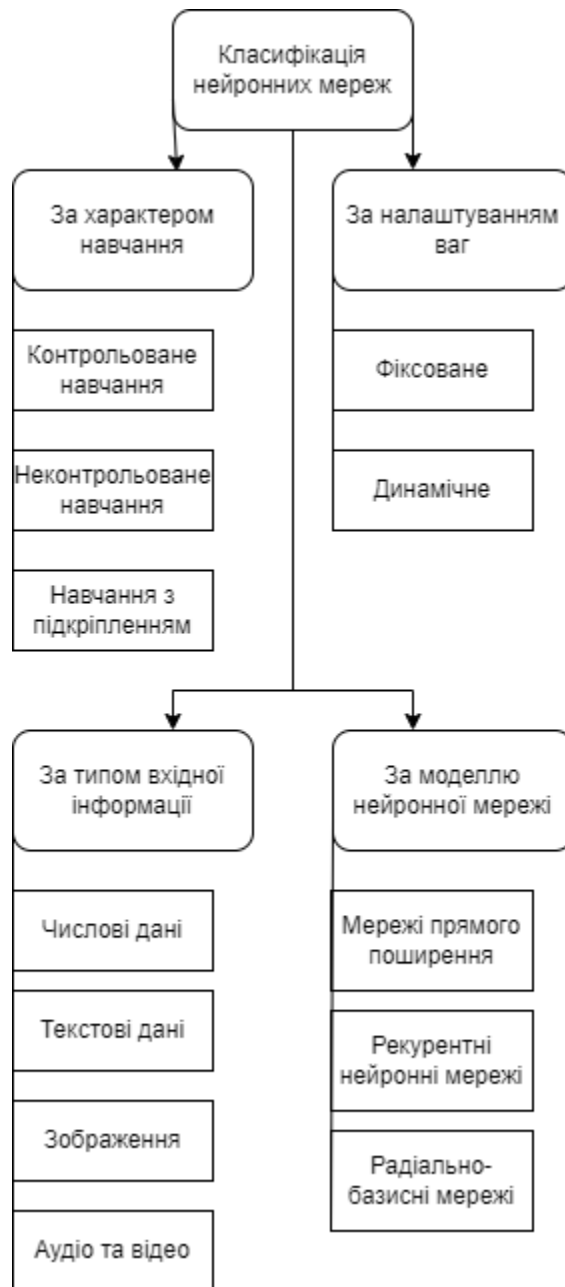


Рисунок 3.1 – Класифікація нейронних мереж

Навчання штучної нейронній мережі [18, 19] – це метод зміни ваг зв’язків між нейронами певної мережі. Навчання в ШНМ можна класифікувати за трьома категоріями, а саме:

- контрольоване навчання;
- неконтрольоване навчання;
- навчання з підкріпленням.

Контрольоване навчання [20] – цей тип навчання здійснюється під

наглядом вчителя. Цей процес навчання є залежним.

Під час навчання ШНМ під контролем, вхідний вектор подається в мережу, яка дасть вихідний вектор. Цей вихідний вектор порівнюється з бажаним вихідним вектором. Сигнал помилки генерується, якщо існує різниця між фактичним вихідним сигналом і бажаним вихідним вектором. На основі цього сигналу помилки вагові коефіцієнти коригуються до тих пір, поки фактичний вихід не збігається з бажаним.

Навчання без контролю [20] – цей тип навчання здійснюється без нагляду вчителя. Цей процес навчання самостійний.

Під час навчання ШНМ під неконтрольованим навчанням, вхідні вектори подібного типу об'єднуються для формування кластерів. Коли застосовується новий вхідний шаблон, нейронна мережа дає вихідну відповідь із зазначенням класу, до якого належить вхідний шаблон.

Немає жодного зворотного зв'язку з навколишнім середовищем щодо того, яким має бути бажаний результат і чи він правильний чи неправильний. Отже, у цьому типі навчання сама мережа повинна виявити закономірності та особливості у вхідних даних, а також зв'язок вхідних даних із вихідними.

Навчання з підкріпленням [20] – цей тип навчання використовується для зміцнення мережі над деякою критичною інформацією. Цей процес навчання подібний до навчання підглядом вчителя, однак може містити дуже мало інформації.

Під час навчання мережі з підкріпленням, мережа отримує певний зворотний зв'язок від середовища. Це робить його дещо схожим на контрольоване навчання. Однак отримані тут відгуки є оціночними, а не повчальними, що означає, що немає вчителя, як у навчанні підглядом. Отримавши відгук, мережа виконує коригування вагових коефіцієнтів, щоб отримати кращу критичну інформацію в майбутньому.

У роботі буде використано нейронну мережу з контрольованим навчанням.

За типом вхідної інформації можна розрізнити:

- числові дані – інформація подається на вхід у нейронну мережу у вигляді числових атрибутів, які, у свою чергу, можуть бути аналоговими (у вигляді дійсних чисел), двійкові (у вигляді 0 або 1), двовимірні (у вигляді матриць) та інші;
- текстові дані – інформація подається на вхід у нейронну мережу у вигляді символів, слів, речень та інше;
- зображення - інформація подається на вхід у нейронну мережу у вигляді тривимірних тензорів, таких як наприклад RGB зображення;
- аудіо та відео - інформація подається на вхід у нейронну мережу у вигляді звукових хвиль, чи, наприклад, послідовності кадрів;
- інші типи вхідних даних.

У роботі буде використано нейронну мережу, що буде приймати на вхід числові дані.

Мережі можуть бути налаштовані різними способами залежно від типу зв'язків:

- в мережах з фіксованими зв'язками вагові коефіцієнти нейронної мережі встановлюються заздалегідь на основі умов завдання;
- в мережах з динамічними зв'язками синаптичні ваги налаштовуються під час процесу навчання.

У подальшому будемо використовувати нейронну мережу з динамічним налаштуванням ваг.

Для ефективного вирішення завдання класифікації можна застосовувати нейронні мережи, що мають різну архітектуру, наприклад, такі як одношаровий та багатошаровий перцептрон, радіально-базисні мережі, рекурентні мережі та згорткові мережі. Розглянемо їх більш детально.

1. Мережі прямого поширення [21, 22] – всі зв'язки встановлюються таким чином, що вони направлені одним шляхом від вхідних нейронів до вихідних. Одношаровий перцептрон - це коли штучна нейронна мережа має лише один рівень зв'язків з вагами (рисунок 3.2). Іншими словами, вхідний

рівень повністю з'єднаний з вихідним рівнем. Багатошаровий перцептрон – це коли штучна нейронна мережа має більше одного рівня зв'язків з вагами (рисунок 3.3). Оскільки ця мережа має один або більше шарів між вхідним і вихідним шарами, ці шари відомі як приховані шари.

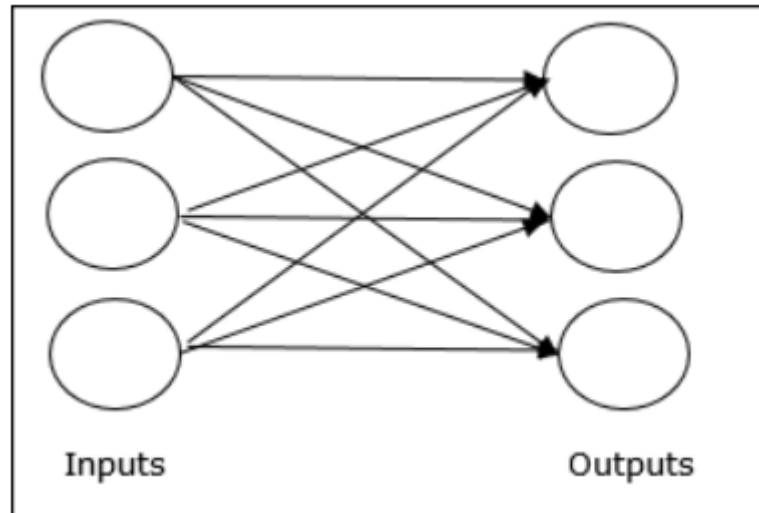


Рисунок 3.2 – Модель одношарового перцептрона

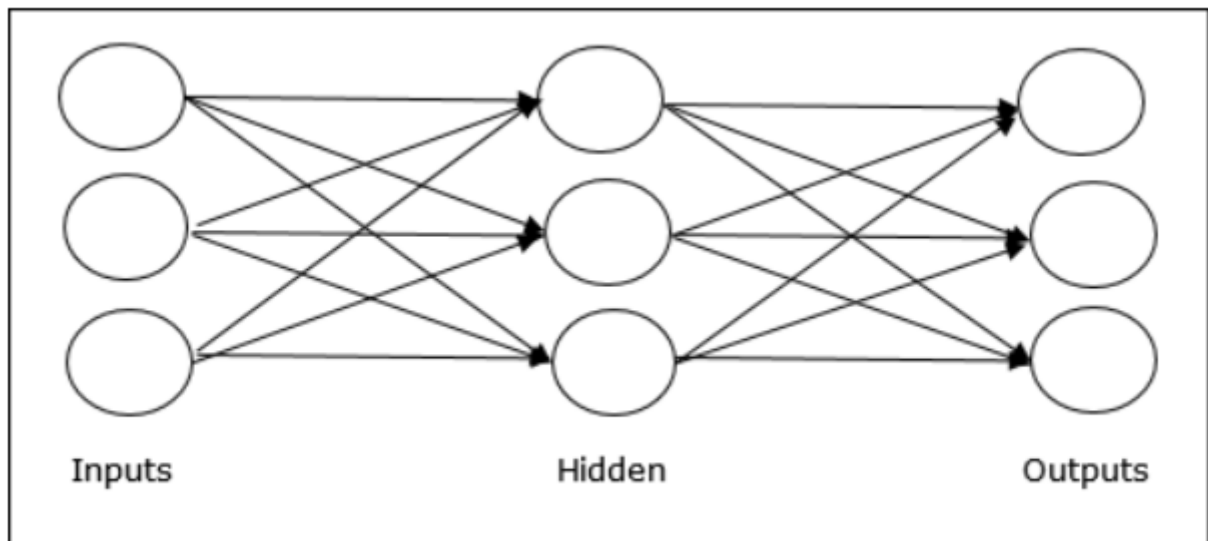


Рисунок 3.3 – Модель багатошарового перцептрона

2. Рекурентні нейронні мережі [21, 22] – сигнал з вихідних нейронів або нейронів прихованого шару передається частково назад на входи нейронів вхідного шару (рисунок 3.4). Повністю рекурентна мережа - це найпростіша

архітектура нейронної мережі, де всі вузли з'єднані з усіма іншими вузлами, і кожен вузол виконує як вхідну, так і вихідну функцію.

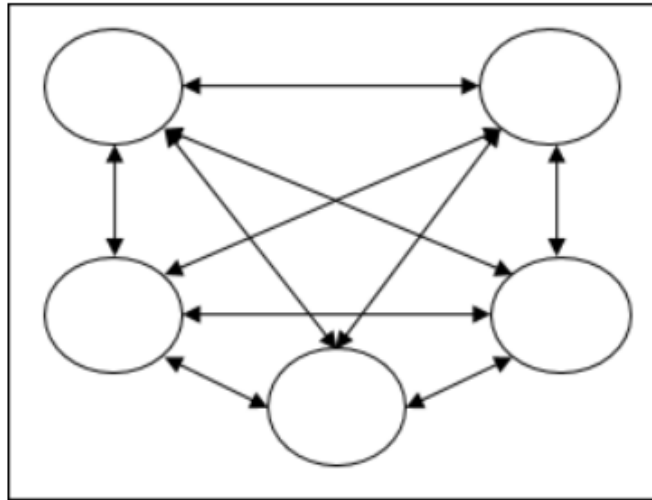


Рисунок 3.4 - Модель рекурентної мережі

3. Радіально-базисні нейронні мережі [21, 22] – це тип мереж, що має прихований шар з радіальних елементів та вихідний шар з лінійних елементів. Мережі цього типу характеризуються компактністю та швидким навчанням. Основні особливості радіально-базисної мережі включають: один прихований шар; нелінійну активаційну функцію лише у нейронів прихованого шару; синаптичні ваги для вхідного та прихованого шару мають значення одиниці.

Типовою моделлю для вирішення задач мультикласової класифікації є багатошаровий перцептрон, тож саме він буде використаний у роботі.

Модель спроектованої нейронної мережі представлена на рисунку 3.5.

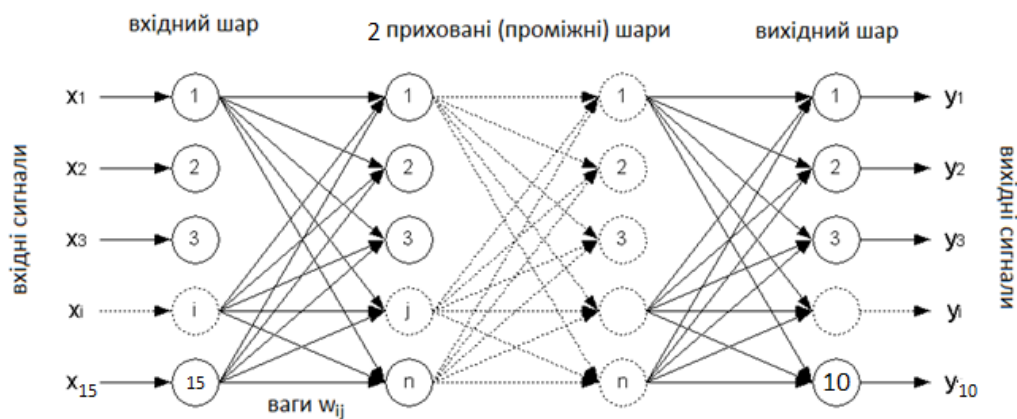


Рисунок 3.5 - Модель обраної нейронної мережі

П'ятнадцяти вхідним сигналам відповідають п'ятнадцять вхідних параметрів, що визначені у підрозділі 3.2. Десять вихідних сигналів відповідають оцінці продуктивності роботи працівника за 10-бальною шкалою.

### 3.2 Вхідні та вихідні дані для задачі оцінки продуктивності роботи працівника

У нейромережевій технології необхідна база прикладів (навчальна вибірка), на основі якої навчається мережа. Таку навчальну вибірку можна отримати двома шляхами:

- використовувати реальні дані щодо оцінки компетенцій (опитувальні листи, результати інтерв'ю тощо);
- застосувати розіграні дані щодо оцінки компетенцій, використовуючи, наприклад, метод Монте-Карло.

Скористаємось першим підходом. У рамках дослідження були отримані анонімізовані дані щодо співробітників однієї з ІТ-компаній. А саме, дані щодо 374 програмістів за останні 3 роки. Тому у подальшому нейронна мережа буде орієнтована саме на оцінювання продуктивності програмістів за певними критеріями, проте, так як метою роботи є створення методики оцінки продуктивності роботи, то можна вважати, що сама професія не має великого значення. Спроектowana нейронна мережа може бути легко адаптована під інші ІТ-професії. Також, можливо, у подальших дослідженнях будуть виявлені універсальні параметри, які впливають на продуктивність роботи, проте не залежать від типу професії.

Дані, що було отримано, містять такі параметри:

- вік;

- стать (0 – чоловік, 1 - жінка);
- рівень освіти ( 1 – коледж, 2 – навчається в інституті, 3 – бакалавр, 4 – магістр);
- кількість технічних документів, створеної людиною за місяць (Low and High level Design, System specification, Executed IQ, і т. ін.);
- кількість комітів за місяць;
- кількість робочих годин на місяць;
- кількість років у компанії;
- кількість помилок, що було допущено за місяць;
- кількість помилок, що було виправлено за місяць;
- кількість виконаних задач за місяць;
- кількість використаних днів відпустки/відгулів;
- кількість технічних мітингів та розмов за місяць;
- кількість написаних листів за місяць;
- чи є людина ментором;
- кількість підлеглих.

Приклад цих даних можна побачити на рисунку 3.6. Ці дані будуть нормалізовані та використані у якості вхідних параметрів мережі.

Також були отримані результати оцінки цих співробітників методом 360 градусів за 3 останніх щорічних переглядів продуктивності. Діапазон шкали оцінок – від 1 до 10 балів. Це будуть вихідні параметри у процесі навчання мережі.

	ComitsCount	Degree	Age	Sex	YearsCompany	WorkHoursPerMonth	DesignDocsCount	BugsCreatedCount	BugsFixed	TasksClosed	VacationDaysTaken
0	22	2	18	1	0	161	0	8	5	5	5
1	19	2	18	1	0	171	0	6	3	6	5
2	20	2	20	0	0	168	0	8	2	6	4
3	18	2	18	0	0	166	0	8	1	5	5
4	25	2	20	0	0	163	0	5	3	3	2
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
995	23	2	20	0	0	160	0	13	4	6	7
996	26	2	19	0	1	174	0	9	5	11	6
997	23	2	21	1	1	168	0	12	6	10	4
998	31	2	19	0	0	164	0	12	4	10	6
999	24	2	18	0	0	165	0	13	5	8	7

Рисунок 3.6 – Приклад отриманих даних

Усього було отримано 13464 набори даних. Так як їх не дуже велика кількість, було проведено генерацію штучних даних на основі існуючих. Ці синтетичні дані можуть бути використані для тренування моделі та розширення існуючих даних, що може покращити здатність моделі до узагальнення.

Немає жорстких правил щодо співвідношення реальних даних до синтетичних, тому що це може залежити від завдання машинного навчання, початкової кількості реальних даних, їх якості тощо. Для нейронної мережі, спроектованої в рамках дослідження, було сгенеровано 30% синтетичних даних різними способами. Генерація даних декількома способами та їх подальше об'єднання допоможе розширити розмаїття даних та збільшить кількість прикладів для навчання моделі. Це допоможе нам уникнути проблеми перенавчання нейронної мережі через те, що даних може бути недостатньо для широкого спектру розмаїття.

Для генерації синтетичних даних було обрано три методи.

1. Гаусівське згладжування [23] – це метод генерування штучних даних шляхом додавання до кожного значення наших даних деякої випадкової величини з гаусівським розподілом. Це допоможе отримати нові варіанти даних з невеликими відхиленнями від оригінальних значень.

2. Зсув [23] – це метод генерування штучних даних шляхом додавання або віднімання від кожного значення наших даних деякої випадкової величини з певним зсувом. Це може відтворити різні рівні продуктивності або помилок при вимірюванні метрик продуктивності.

3. Масштабування [23] – це метод генерування штучних даних шляхом множення чи ділення кожного значення на певний множник. Це може відтворити різні рівні метрик продуктивності на різних шкалах.

Кожним з цих методів було сгенеровано ще по 10% даних. Тож маємо 19234 набори даних. Кількість даних усе ще не є достатньо великим, проте, так як метою роботи є створення методики, цього буде достатньо для проведення необхідного дослідження.

Наступним кроком після збирання даних є нормалізація даних та навчання мережі. На цьому етапі прийнято поділ вихідної вибірки на три підмножини:

- навчальна вибірка (training set), яка використовується для обчислення градієнта та зміни ваг та зміщень;
- перевірна вибірка (validation set), помилка якої відстежується під час навчання. Ваги та усунення мережі зберігаються на мінімумі помилки перевіркової вибірки;
- тестова вибірка (test set), помилка якої використовується для порівняння різних моделей.

Для навчання було використано 18000 наборів даних, у перевірочній виборці – 800 даних, та 434 у тестовій виборці.

### 3.3 Нормалізація даних та процес навчання нейронної мережі

Нормалізація даних перед навчанням нейронної мережі [24] - це процес приведення вхідних даних до певного стандартного діапазону або розподілу, зазвичай з метою покращення швидкості та стабільності навчання мережі. Це важливий крок в підготовці даних перед використанням їх для навчання нейронної мережі.

Основна мета нормалізації даних полягає в тому, щоб забезпечити рівні умови для навчання моделі на різних функціях та забезпечити стабільність оптимізаційного процесу. Необроблені дані можуть мати різні масштаби, одиниці вимірювання або розподіли, що може призвести до труднощів в оптимізації, таких як повільна збіжність або застрягання в локальних мінімумах.

Декілька популярних методів нормалізації даних включають:

- мінімаксна нормалізація (Min-Max Scaling) - перетворює значення даних в заданий діапазон, зазвичай  $[0, 1]$ ;
- z-нормалізація (Standard Scaling) - перетворює значення даних таким чином, що вони мають середнє значення 0 та стандартне відхилення 1;
- логарифмічна нормалізація (Log Transformation) - застосовує логарифмічне перетворення до даних, зазвичай з метою зменшення впливу великих значень даних.

Ці методи дозволяють стандартизувати дані перед навчанням нейронної мережі, забезпечуючи один масштаб та розподіл значень, що допомагає покращити швидкість навчання та стабільність оптимізаційного процесу. Вибір методу нормалізації залежить від природи даних та вимог конкретної задачі машинного навчання.

Нормалізація даних є важливим етапом перед навчанням нейронної мережі, оскільки вона допомагає моделі краще розуміти взаємозв'язки між різними функціями та забезпечує більш ефективне та стабільне навчання. Це одна з технік підготовки даних, яка може допомогти досягти кращої продуктивності та точності моделі під час навчання нейронної мережі.

У нейронній мережі, що була спроектована під вирішення задачі оцінки продуктивності роботи працівників, було використано метод міні макс для нормалізації вхідних даних.

Іншим важливим етапом є вибір функції активації. Функція активації вирішує, чи потрібно активувати нейрон чи ні. Це означає, що він вирішить, чи є вхід нейрона в мережу важливим чи ні в процесі прогнозування за допомогою простіших математичних операцій. Роль функції активації полягає в отриманні виходу з набору вхідних значень, що подаються до вузла (або шару).

Функції активації вводять додатковий крок на кожному рівні під час прямого поширення, але його обчислення того варте. Припустимо, у нас є нейронна мережа, яка працює без функцій активації. У цьому випадку кожен нейрон виконуватиме лише лінійне перетворення вхідних даних,

використовуючи вагові коефіцієнти та зміщення. Це тому, що не має значення, скільки прихованих шарів ми приєднуємо до нейронної мережі; усі шари поводитимуться однаково, оскільки композиція двох лінійних функцій сама є лінійною функцією. Хоча нейронна мережа стає простішою, вивчення будь-якої складної задачі неможливо, і наша модель буде просто моделлю лінійної регресії.

Існують три основні типи функцій активації:

- двійкова крокова функція [25] – залежить від порогового значення, яке вирішує, чи потрібно активувати нейрон чи ні. Вхідні дані, що надходять до функції активації, порівнюються з певним порогом; якщо вхід більший за нього, тоді нейрон активується, інакше він деактивується, тобто його вихід не передається на наступний прихований шар;

- лінійна функція активації [25] – коли активація пропорційна входу. Функція нічого не робить зі зваженою сумою вхідних даних, вона просто викидає отримане значення;

- нелінійні функції активації [25] – дозволяють стикувати кілька шарів нейронів, оскільки вихід тепер буде нелінійною комбінацією вхідних даних, що проходять через кілька шарів. Будь-який вихід може бути представлений як функціональне обчислення в нейронній мережі.

Двійкова крокова функція не може надавати багатозначні виходи, тобто, її не можна використовувати для задач класифікації кількох класів. Також усі шари нейронної мережі згорнуться в один, якщо використовувати лінійну функцію активації. Незалежно від кількості шарів у нейронній мережі, останній рівень все одно буде лінійною функцією першого рівня. Тож, по суті, функція лінійної активації перетворює нейронну мережу лише на один рівень.

Отже, постає необхідність правильно обрати нелінійну функцію активації, що буде використана у нейронній мережі. Потрібно підібрати функцію активації для вихідного рівня на основі типу проблеми прогнозування, що вирішується, зокрема типу прогнозованої змінної.

Є декілька загальних порад:

- функцію активації ReLU слід використовувати лише в прихованих шарах;
- функції Sigmoid/Logistic і Tanh не слід використовувати в прихованих шарах, оскільки вони роблять модель більш чутливою до проблем під час навчання (через зникнення градієнтів);
- функція Swish використовується в нейронних мережах, що мають глибину понад 40 шарів.

Також загальні правила вибору функції активації для вихідного рівня на основі типу проблеми передбачення, яка вирішується:

- регресія – лінійна функція активації;
- бінарна класифікація – сигмоїдна/логістична функція активації;
- мультикласова класифікація – Softmax;
- класифікація з кількома мітками – сигмоїда.

Так як нейронна мережа, що проектується, буде вирішувати задачі мультикласової класифікації, були вирішено використовувати функцію активації ReLU у прихованих шарах мережі, та функцію активації Softmax у вихідному шарі. Розглянемо обрані функції активації більш детально.

ReLU [26] визначається як поелементний максимум з нуля та вхідного значення. ReLU ефективна з обчислювальної точки зору та допомагає уникнути проблеми зникнення градієнту, яка може виникнути при навчанні глибоких нейронних мереж. Вона дозволяє мережі вчитися нелінійним зв'язкам та може поліпшити здатність моделі виявляти складні закономірності в даних. З іншого боку, Softmax перетворює вихід останнього шару нейронної мережі в ймовірності, які представляють передбачені ймовірності класів для кожного класу в задачі мультикласової класифікації. Softmax видає розподіл ймовірностей для всіх можливих класів, де сума ймовірностей для всіх класів дорівнює 1.

Одним з основних компонентів в процесі навчання нейронних мереж є функція втрат [27], відома також як функція помилки або функція витрат.

Вона використовується для оцінки різниці між передбаченими значеннями моделі і реальними мітками (цільовими значеннями) даних під час процесу навчання. Метою функції втрат є вимірювання того, наскільки точні передбачені значення моделі порівняно з реальними мітками даних. Чим менше значення функції втрат, тим краще модель виконує прогнозування на тренувальних даних.

Під час навчання нейронної мережі, використовується оптимізаційний алгоритм, який знаходить мінімум функції втрат шляхом зміни ваг моделі. Це дозволяє моделі краще адаптуватися до даних та покращувати свої передбачувальні здібності з кожним кроком навчання. Різні завдання машинного навчання, такі як класифікація, регресія або сегментація, можуть використовувати різні функції втрат, відповідно до своїх специфічних вимог.

У роботі будемо використовувати функцію `sparse categorical crossentropy` [28, 29] (розріджена категоріальна крос-ентропія). Вона є однією з функцій втрат, яку можна використовувати в нейронних мережах для задачі класифікації з багатьма класами, де мітки класів є цілочисельними значеннями (індексами) замість векторів однокрокових кодів (`one-hot encodings`).

Зазвичай ця функція використовується в випадках, коли мітки класів є цілочисельними значеннями від 0 до кількості класів, і не використовуються вектори однокрокових кодів для представлення класів.

Функція розрідженої категоріальної крос-ентропії є вбудованою функцією в Keras, використовується разом зі зворотним розповсюдженням помилок (`back propagation`) для навчання моделі. Вона може бути використана в якості функції втрат під час компіляції моделі за допомогою методу `compile()` в Keras, передаючи `sparse_categorical_crossentropy` у якості аргументу `loss`.

Особливість цієї функції втрат полягає в тому, що вона автоматично перетворює цілочисельні мітки класів у вектори однокрокових кодів внутрішньо, без необхідності вручну виконувати це перед навчанням. Це робить використання розрідженої категоріальної крос-ентропії більш зручним у випадках, коли мітки класів є цілочисельними значеннями.

Також, разом з функцією втрат, було використано оптимізатор. Оптимізатор у контексті нейронних мереж відноситься до алгоритму, який використовується для оновлення параметрів (ваги та зміщення) нейронної мережі під час процесу навчання. Метою оптимізатора є мінімізація функції втрат або цільової функції нейронної мережі шляхом ітеративного коригування параметрів на основі градієнтів функції втрат щодо параметрів. Існує багато різних видів оптимізаторів, проте, виходячи з того, що задачею нейронної мережі є мультикласова класифікація, було обрано оптимізатор Adam [30, 31].

## 4 ТЕСТУВАННЯ РОЗРОБЛЕНОГО ПІДХОДУ ДО ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ ПРАЦІВНИКІВ

### 4.1 Програмна реалізація інформаційної системи оцінки продуктивності роботи працівників

Інтелектуальну систему оцінки продуктивності роботи працівників було розроблено з використанням декількох мов програмування.

Для створення частини програми, що відповідає за аналіз даних та прогнозування оцінки було використано мову програмування Python та бібліотеки Keras та Pandas.

Keras [32, 33] – це бібліотека глибокого навчання з відкритим кодом, написана на Python. Її використовують, щоб полегшити створення та розгортання нейронних мереж. Keras надає можливість швидко визначити структуру нейронної мережі та навчити її. Також ця бібліотека підтримує різні типи архітектур нейронних мереж, включаючи мережі прямого зв'язку, згорткові нейронні мережі (CNN), рекурентні нейронні мережі (RNN) і комбінації цих архітектур. Вона також надає низку вбудованих рівнів, функцій активації, функцій втрати та оптимізаторів, що полегшує створення складних нейронних мереж.

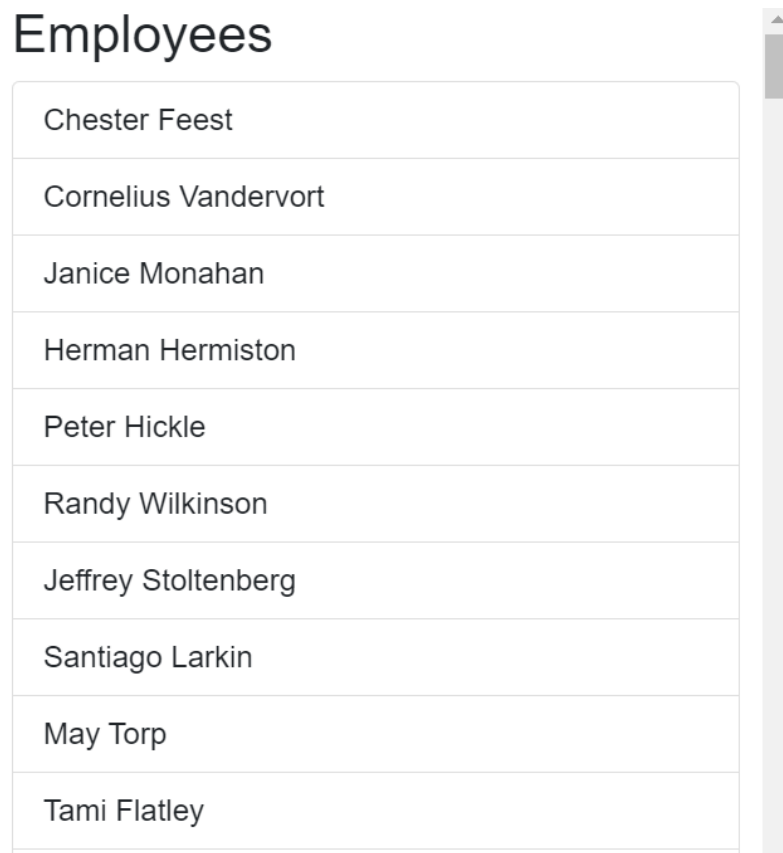
Pandas [34] – це бібліотека з відкритим вихідним кодом для обробки та аналізу даних на Python. Pandas надає ряд функцій для читання даних з різних джерел, включаючи файли CSV і Excel, бази даних SQL і веб-інтерфейси API. Ця бібліотека також надає потужні інструменти для маніпулювання даними, наприклад фільтрування, об'єднання, зміни форми та агрегування даних. Вона легко інтегрується з іншими популярними бібліотеками аналізу та візуалізації даних, такими як NumPy, Matplotlib і Seaborn.

Для створення інтерфейсу інтелектуальної системи було обрано мову програмування C# та бібліотеку Blazor.

## 4.2 Приклад використання інтелектуальної системи оцінки продуктивності роботи працівника

У ході виконання магістерської атестаційної роботи було розроблено метод для оцінювання продуктивності роботи працівників на основі нейронної мережі [35 - 38]. Для зручності його використання було створено інтерфейс інтелектуальної системи.

Так як метод створювався на основі даних ІТ-компанії та дана ІС планується використовуватися у внутрішніх процесах даної ІТ-компанії, щоб не порушувати умови договору, буде приведено декілька фрагментів інтерфейсу, що містять штучні дані. На рисунках 4.1 – 4.5 приведено основні елементи інтерфейсу ІС.



Employees
Chester Feest
Cornelius Vandervort
Janice Monahan
Herman Hermiston
Peter Hickle
Randy Wilkinson
Jeffrey Stoltenberg
Santiago Larkin
May Torp
Tami Flatley

Рисунок 4.1 – Список співробітників ІТ-компанії

# Employee details

Evelyn Donnelly

Evelyn17@yahoo.com

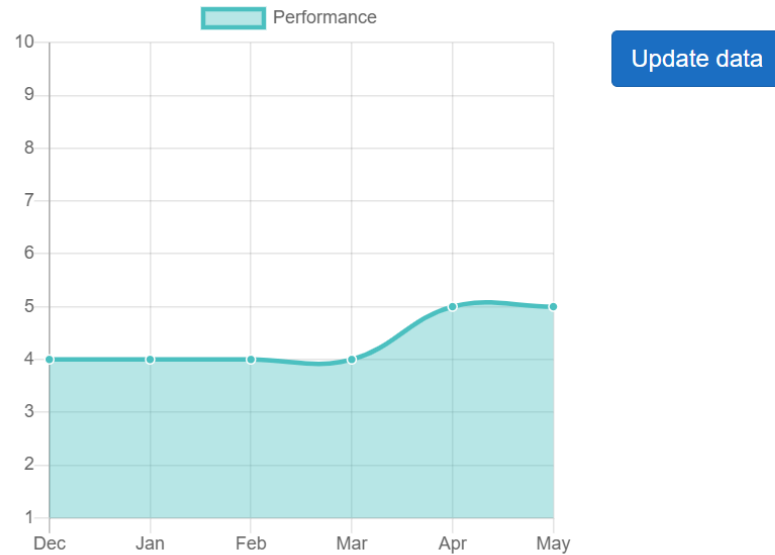


Рисунок 4.2 – Графік продуктивності роботи співробітника до нового розрахунку

ComitsCount	Degree	Age	Sex	YearIsCompany	WorkHoursPerMonth	DesignDocsCount	BugsCreatedCount	BugsFixed	TasksClosed
47	College	25	Female	0	161	2	17	15	23
51	College	25	Female	0	173	1	14	17	15
51	College	25	Female	0	171	1	14	17	25
64	College	25	Female	0	170	1	16	17	27
70	College	25	Female	0	169	4	17	28	23
60	College	25	Female	0	167	5	18	30	23

Рисунок 4.3 – Дані співробітника до нового розрахунку

## Employee details

Evelyn Donnelly

Evelyn17@yahoo.com

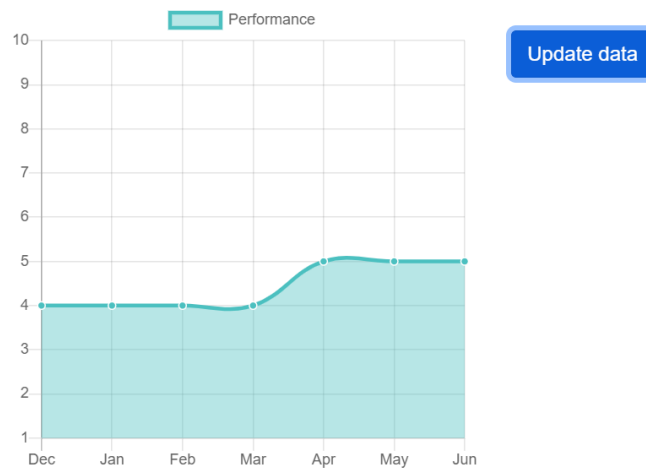


Рисунок 4.4 – Графік продуктивності роботи співробітника після нового розрахунку

ComitsCount	Degree	Age	Sex	YearIsCompany	WorkHoursPerMonth	DesignDocsCount	BugsCreatedCount	BugsFixed	TasksClosed
47	College	25	Female	0	161	2	17	15	23
51	College	25	Female	0	173	1	14	17	15
51	College	25	Female	0	171	1	14	17	25
64	College	25	Female	0	170	1	16	17	27
70	College	25	Female	0	169	4	17	28	23
60	College	25	Female	0	167	5	18	30	23
84	College	25	Female	0	173	4	18	26	33

Рисунок 4.5 – Дані співробітника після нового розрахунку

У розробленій ІС особи, що є відповідальними за оцінювання продуктивності роботи співробітників можуть переглянути список усіх працівників ІТ компанії. Після цього, необхідно обрати людину зі списку, щодо якої будуть поводитися розрахунки. Система відобразить особисту сторінку працівника, на якій міститься загальна інформація та контактні дані працівника, графік його продуктивності за останні місяці та таблиця з даними, на основі яких розроблена система проводить розрахунки. Також на сторінці працівника є можливість оновити дані – система збере актуальні показники,

занесе їх у таблицю, зробить відповідні розрахунки та оновить графік новими показниками.

### 4.3 Результати апробації з використанням контрольної групи

Для апробації результатів було проведено опитування контрольної групи щодо розробленої моделі оцінювання продуктивності роботи працівників. Опитування було проведено за допомогою Google Forms. Анкета містила 2 блоки запитань. Перший блок про процес проведення оцінки продуктивності роботи, який зараз є у компанії (рисунок 4.6). Другий блок націлено на порівняння методу оцінювання продуктивності роботи, який зараз використовується у компанії, та розробленого методу (рисунок 4.7). Повну анкету можна побачити у додатку А.



Чи проводите ви оцінювання продуктивності роботи працівників?

Так

Ні

Другое: \_\_\_\_\_

У який спосіб ви проводите оцінювання продуктивності роботи працівників?

Мой ответ \_\_\_\_\_

Як часто ви проводите оцінювання?

Один раз на місяць

Один раз на 3 місяці

Один раз на пів року

Один раз на рік

Другое: \_\_\_\_\_

Рисунок 4.6 – Приклад запитань анкети (перший блок)

Чи подобається вам метод оцінювання продуктивності роботи працівників, який ви використовуєте зараз?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Зовсім не подобається           Дуже подобається

Чи сподобалась вам розроблена система для оцінювання продуктивності роботи працівників ?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Зовсім не сподобалась           Дуже сподобалась

Як ви оцінюєте швидкість метода, який ви використовуєте зараз?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Дуже повільно           Дуже швидко

Як ви оцінюєте швидкість розробленої системи?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Дуже повільно           Дуже швидко

Як ви оцінюєте точність метода, який ви використовуєте зараз?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Дуже не точний           Дуже точний

Як ви оцінюєте точність розробленої системи?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Дуже не точна           Дуже точна

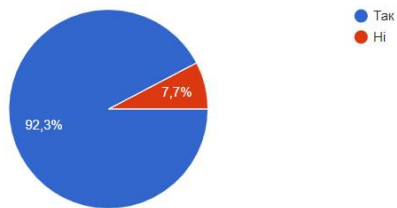
Рисунок 4.7 – Приклад запитань анкети (другий блок)

Усього в анкетуванні прийняло участь 56 людей – 32 жінки та 24 чоловіка. Усі вони так чи інакше пов’язані з оцінюванням продуктивності роботи працівників (у контрольній групі присутні HRs, Team Leads, менеджери проектів, керівники відділів, тощо). Вікові межі 25 – 43 роки. Досвід роботи від двох років і вище.

Результати першого блоку запитань можна побачити на рисунку 4.8.

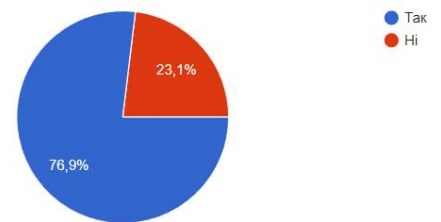
Чи проводите ви оцінювання продуктивності роботи працівників?

56 ответов



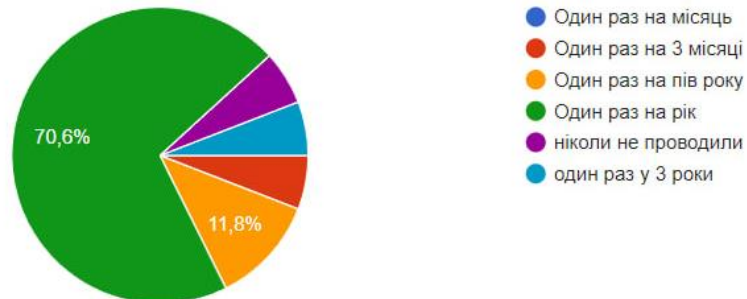
Чи хотіли б ви проводити оцінювання частіше, ніж зараз?

56 ответов



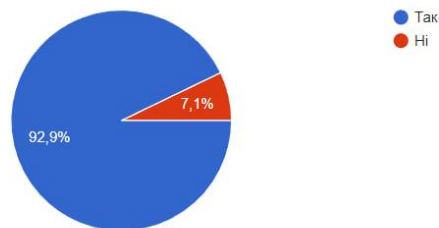
Як часто ви проводите оцінювання?

56 ответов



Чи вважаєте ви, що розроблений додаток міг би полегшити процес оцінювання?

56 ответов



Чи маєте ви бажання використовувати даний додаток при оцінюванні?

56 ответов

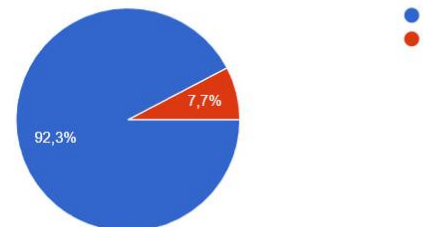


Рисунок 4.8 – Результати опитування щодо наявного процесу

З відповідей на перший блок запитань можна зробити висновки, що особи, які увійшли у склад контрольної групи у своїй більшості проводять оцінювання продуктивності роботи працівників. Близько 70% робить це 1 раз на рік. І лише четверта частина усіх опитаних не хотіла б проводити оцінювання частіше, ніж зараз. Також у запитаннях з відкритими відповідями було зазначено, якими зараз методами проводять оцінювання продуктивності роботи опитувані. Найчастіше зазначали метод 360 градусів та анкетування, трохи рідше – метод КРІ. Також деякі респонденти вказали, скільки займає процес оцінювання методом, який вони використовують зараз – відповіді різняться, часові інтервали складають від кількох днів до кількох тижнів, деякі вказали, що іноді оцінювання займає більше місяцю.

У другому блоці запитань респондентам було запропоновано оцінити бальною шкалою метод, який вони використовують для оцінювання зараз, та розроблений метод оцінювання за допомогою нейронної мережі. Оцінювання відбувалось за критеріями: швидкість, точність та загальне враження від використання. Кожен параметр можна було оцінити за шкалою від 1 до 10. Як було зазначено вище, найбільш популярними методами оцінювання, що використовувалися у компаніях, було зазначено методи 360 та анкетування. За результатами опитування було зіставлено порівняльну таблицю 4.1.

Таблиця 4.1 – Дані з опитування

	Метод на основі нейронної мережі	Метод 360	Метод анкетування
Швидкість	9.2	7.1	6.8
Точність	8.5	9	7.4
Загальне враження	8.8	7.6	5.9

Тож можна зробити висновок, що розроблений автоматизований метод оцінювання продуктивності роботи є більш швидким за існуючі наявні популярні методи оцінювання, а також він є достатньо точним та «приємним» у використанні.

Також від учасників контрольної групи були зібрані відгуки про розроблену ІС, її недоліки та побажання щодо реалізації наступних версій, а саме:

- розширити список професій, для яких можна проводити оцінювання;
- зробити більш привабливий інтерфейс;
- додати нові функції (побудова різних графіків, тощо);
- підвищити точність шляхом навчання мережі на більшій кількості даних.

#### 4.4 Рекомендації та обмеження використання інтелектуальної системи

Для того щоб система працювала, необхідно забезпечити її постійним потоком даних. Ці дані мають бути структуровані та представлені у зручному для роботи форматі. Для вирішення цього завдання необхідно підключити сторонні системи, з яких можна отримати потрібні дані.

Для коректної роботи програми необхідні дані про кількість комітів людини, допущені та виправлені помилки, кількість виконаних задач, мітинги та інші дані, що будуть використані нейронною мережею для аналізу. Тому необхідно підключитися до бази даних, що зберігає інформацію про працівників, а також до сторонніх систем – таких як Rally, Trello, Teams, та інших, що зберігають відомості про робочі процеси. В залежності від компанії, ці системи можуть різнитись.

Важливо відзначити, що для забезпечення ефективної роботи системи необхідно мати надійне та швидке з'єднання із сторонніми системами, а також мати механізми обробки помилок та моніторингу якості даних. Це допоможе уникнути збоїв у роботі системи та забезпечити її стабільність.

Дослідження було проведено з використанням даних однієї ІТ компанії. Для того, щоб використовувати нейронну мережу, навчену на даних однієї ІТ компанії, в іншій ІТ компанії необхідно враховувати деякі особливості.

По-перше, необхідно розуміти, що оцінки продуктивності роботи можуть відрізнятися у різних ІТ компаніях через застосування різних методів оцінювання. Це може призвести до того, що оцінки, отримані в одній компанії можуть не відповідати шкалі оцінювання в іншій компанії.

По-друге, можливо, потрібно буде перенавчити нейронну мережу на даних іншої ІТ компанії, щоб вона могла працювати більш точно і ефективно. Це пов'язано з тим, що дані, отримані в одній компанії можуть відрізнятися від даних, отриманих в іншій компанії.

По-третє, для використання нейронної мережі в іншій ІТ компанії може знадобитися підготовка та підключення сторонніх сервісів, з яких нейронна мережа братиме дані для аналізу. Це може бути база даних, система обліку робочих годин, система управління проектом та інші.

Важливо також враховувати, що для успішної роботи нейронної мережі в іншій ІТ компанії може знадобитися адаптація алгоритмів обробки даних та моделей. Це може бути пов'язане з особливостями даних та процесів у новій компанії.

Загалом використання нейронної мережі, навченої на даних однієї ІТ компанії, в іншій ІТ компанії вимагає ретельного аналізу та адаптації. Необхідно враховувати особливості даних та процесів у новій компанії, а також забезпечити підключення необхідних сторонніх сервісів.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи було з'ясовано особливості процесу оцінювання продуктивності роботи працівників.

Було проаналізовано існуючі методи оцінювання продуктивності роботи працівників, визначено їх недоліки та переваги. Прагнення виправити визначені негативні аспекти частково лягло в основу розробленої інтелектуальної системи.

Також було проведено дослідження існуючих автоматизованих методів оцінювання продуктивності роботи працівників, а також обґрунтовано необхідність автоматизації процесу.

Було розроблено метод оцінювання ефективності роботи працівників на основі нейронної мережі. Для цього було проведено аналіз різних структур нейронних мереж, алгоритмів їх навчання, типів вхідних даних та інше. Також було зібрано дані, необхідні для навчання, тестування та перевірки нейронної мережі. Даний метод проводить розрахунки продуктивності роботи, спираючись на отримані критерії та їх оцінки.

Для практичного застосування було розроблено інформаційну систему з UI, що спирається на розроблений метод оцінювання. Це дало змогу провести апробацію отриманих результатів на цільовій групі осіб. В рамках апробації зацікавлені особи оцінили розроблений метод та метод, який вони використовували для оцінювання продуктивності роботи працівників раніше. Отримані результати були порівняні та проаналізовані.

Розроблений метод можна використовувати у будь-яких ІТ-компаніях, що мають бажання відстежувати продуктивність роботи своїх працівників. Його застосування може зменшити кількість осіб та час, що вони використовують для проведення оцінювання. Також даний метод дозволяє проводити оцінювання частіше, що допоможе виявленню можливих проблем

на ранніх етапах.

Створена система оцінювання продуктивності роботи працівників має такі перспективи розвитку: покращення методу оцінювання продуктивності роботи шляхом розширення параметрів, що використовуються при оцінюванні; можливість застосовувати більшу кількість нових джерел даних; розширення переліку професій, задля яких можна використовувати запропонований метод оцінювання. Усі перелічені перспективи розвитку допоможуть створити сучасну та корисну ІС для оцінювання продуктивності роботи співробітників, яка дозволить зробити процес більш швидким та прозорим для усіх сторін.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Tony M. Principles of Management. 2nd ed. London : Routledge, 2021. 584 p.
2. Lyster S., Arthur A. 199 Pre-Written Employee Performance Appraisals: The Complete Guide to Successful Employee Evaluations And Documentation - With Companion CD-ROM. Atlantic Publishing Company (FL), 2006. 320 p.
3. Rudman R. Performance Planning & Review: Making Employee Appraisals Work. London : Allen & Unwin Academic, 2004. 208 p.
4. Kumar R. Human Resource Management: Strategic Analysis Text and Cases. New Delhi : I.K. International Publishing House Pvt. Ltd, 2013. 488 p.
5. Armstrong M. A handbook of human resource management practice. London : Kogan Page, 2006. 982 p.
6. Clarke N. Human Resource Management: Current Perspectives. States Academic Press, 2022. 240 p.
7. Dansby R. L. Principles of Management. Illinois : Goodheart-Willcox Publisher, 2019. 224 p.
8. Schultz S. E., Schultz D. P., Bulger C. A. Psychology and Work Today. 11th ed. New York : Taylor & Francis Group, 2020. 408 p.
9. Kondalkar V. G. Organization development. New Delhi : New Age International (P) Ltd., Publishers, 2009. 282 p.
10. Hyer N. L. Reorganizing the factory: Competing through cellular manufacturing. Portland, Or : Productivity Press, 2002. 770 p.
11. Practising education, training and development in South African organisations / ed. by C. Melinde. Cape Town : Juta, 2007. 418 p.
12. 360 Degree Feedback and Performance Management System / ed. by T. V. R. (Editor) et al. Excel Books, 2002. 264 p.

13. Maxwell J. C. *The 360 Degree Leader: Developing Your Influence from Anywhere in the Organization*. Thomas Nelson Inc : Thomas Nelson, 2006. 336 p.
14. France S. *360 Degree Appraisal*. Spiro Press, 1997. 112 p.
15. Azmi F. T. *Strategic Human Resource Management: Volume 1: Text and Cases*. Cambridge University Press, 2019. 334 p.
16. Parmenter D. *Key Performance Indicators*. 3rd ed. Hoboken, NJ, USA : John Wiley & Sons, Inc, 2015. 448 p.
17. Redden G. *Organizations, Society and Performance Culture*. SAGE Publications, Limited, 2019. 152 p.
18. Aggarwal C. C. *Neural Networks and Deep Learning*. Cham : Springer International Publishing, 2018. 497 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-94463-0> (date of access: 18.04.2023).
19. Osipyan H., Edwards B., Cheek A. D. *Deep Neural Network Applications*. Taylor & Francis Group, 2022. 158 p.
20. Davis R. *Neural Networks and Deep Learning*. Independently Published, 2017. 80 p.
21. Graupe D. *Deep Learning Neural Networks: Design and Case Studies*. World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 2016. 280 p.
22. Stanimirovic I. *Deep Neural Networks and Applications*. Arcler Education Inc, 2019. 252 p.
23. Dreyfus G. *Neural Networks: Methodology and Applications*. Springer, 2010. 516 p.
24. *Engineering Applications of Neural Networks* / ed. by L. Iliadis et al. Cham : Springer International Publishing, 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/978-3-031-08223-8> (date of access: 20.04.2023).
25. Pham D. T. *Neural networks for identification, prediction, and control*. London : Springer-Verlag, 1995. 238 p. URL: <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-3244-8> (date of access: 23.04.2023).
26. Halgamuge S. K., Halgamuge S. K. *Self-Evolving Neural Networks for Classification*. John Wiley & Sons, 2002. 250 p.

27. Kumar M., Yadav N., Yadav A. Introduction to Neural Network Methods for Differential Equations. London : Springer, 2015. 114 p.
28. Kumar R., Lamons M., Nagaraja A. Python Deep Learning Projects: 9 projects demystifying neural network and deep learning models for building intelligent systems. Packt Publishing, 2018. 472 p.
29. Rashid T. Make your own neural network: A gentle journey through the mathematics of neural networks, and making your own using the Python computer language. 2016. 222 p
30. Loy J. Neural Network Projects with Python: The Ultimate Guide to Using Python to Explore the True Power of Neural Networks Through Six Projects. Birmingham : Packt Publishing, 2019. 308 p.
31. Nakamoto P. Neural Networks and Deep Learning: Neural Networks & Deep Learning, Deep Learning, Blockchain Blueprint. Createspace Independent Publishing Platform, 2018. 152 p.
32. Crompton D. Keras Python : Keras Incremental Training: Learning Rate Keras. Independently Published, 2021. 95 p.
33. Meers M. Learn Keras Step by Step : Keras Python Install: Python Projects Source Code. Independently Published, 2021. 95 p.
34. Chen D. Pandas for Everyone: Python Data Analysis. 2nd ed. Addison-Wesley Professional, 2022. 512 p.
35. Методичні вказівки щодо розробки та оформлення кваліфікаційної роботи (для студентів усіх форм навчання другого (магістерського) рівня програми «Інформаційні управляючі системи та технології») / Упоряд.:Петров К.Е., Левикін В.М., Чалий С.Ф., Євланов М.В., Саєнко В.І., Міхнов Д.К., Міхнова А.В., Чала О.В. - Харків: ХНУРЕ,2021.- 30с.
36. ДСТУ 3008:2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлювання. – Чинний від 22.06.2015. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.

37. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічні посилання. Загальні положення та правила складання. – Чинний від 04.03.2016. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 20 с.

38. Цифровізація науки та сучасні тренди її розвитку: матеріали III Міжнародної студентської наукової конференції, м. Умань, 11 листопада, 2022 рік / ГО «Молодіжна наукова ліга». — Вінниця: ГО «Європейська наукова платформа», 2022. — 304 с.