

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

КОНЦЕВИЙ ВЛАДИСЛАВ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

УДК 658.3 : 005.95 : 004.8

ДИСЕРТАЦІЯ

**КОМУНІКАЦІЇ В ПРОЄКТНО-ОРІЄНТОВАНИХ ОРГАНІЗАЦІЯХ З
ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНИХ КОМАНД**

122 – Комп’ютерні науки

12 – Інформаційні технології

Подається на здобуття наукового ступеня **доктора філософії**

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ В. В. Концевий

Науковий керівник Войтенко Олександр Степанович, канд. техн. наук, доцент

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Концевий В. В. Комунікації в проєктно-орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки». – Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, 2025.

У дисертаційній роботі вирішене актуальне науково-прикладне завдання яке полягає у розробці та практичному застосуванні моделей нейронних мереж для налагодження ефективної комунікації в проєктно-орієнтованих організаціях, що використовують, так звані, віртуальні команди, коли члени команди взаємодіють між собою засобами цифрових технологій.

В роботі досліджені моделі комунікацій як в контексті управління віртуальними командами проєктів, так і в організаційному. Проведений аналіз перешкод, що виникають в проєктних та організаційних комунікаціях. Сформована класифікація та опис таких перешкод – бар'єрів у комунікаціях. Показано, що використання засобів штучного інтелекту є актуальним та підвищує здатність забезпечувати комунікації у проєктно-орієнтованих організаціях.

Запропонована модель комунікацій проєктно-орієнтованої організації. Для аналізу комунікацій за визначеної моделлю було проведено дослідження факторів, які можуть впливати на ефективність передавання інформації в системі за різними ознаками. Фактори були розподілені на чотири галузі або домени: комунікаційне середовище; комунікаційні процеси; канали комунікацій та когнітивне спілкування. Відповідно, за кожним доменом були визначені ключові компоненти (піддомени), що впливають саме на процеси комунікацій.

Показано, що для забезпечення ефективної комунікації команд проєктів доцільно визначити елемент, який їй перешкоджає. Запропонований термін «руйнівник» в системі комунікацій або «дисраптор» для проведення досліджень такого джерела виникнення перешкод та надання відповідних шляхів вирішення/мінімізації негативного впливу в системах комунікацій проєктно-

орієнтованих організацій. За результатами дослідження характеру впливу дисраптора на систему комунікацій команди проєкту визначені характеристики або напрями впливу дисраптора на систему комунікацій. Відповідно, розроблена матриця відповідності впливу дисраптора на домени комунікацій.

Досліджені моделі та методи штучного інтелекту з огляду на їх використання для пошуку дисраптора в системах комунікацій команд проєктів. В якості інструменту розробки машинного навчання обрана платформа TensorFlow. Розроблена модель штучної нейронної мережі DisFind дозволяє визначити напрями впливу учасників на систему комунікацій всередині проєктної команди, що працює у віртуальному середовищі. Нейронна мережа включає одновимірний згортковий шар, на внутрішньому рівні моделі використовується функція активації ReLU для знаходження нелінійних взаємозв'язків в даних. Мережа має п'ять прихованих шарів, що дозволяє моделі вивчати складні закономірності та відношення в даних на різних рівнях абстракції, починаючи від простих представлень до більш узагальнених та комплексних. У вихідному шарі застосовувалася функція активації SoftMax, за допомогою якої здійснюється багатокласова класифікація.

Нейронна мережа побудована з використанням бібліотеки TensorFlow для визначення того, як особа впливає на процес спілкування в текстових документах (аналіз документів, листів, месенджерів) за визначеними напрямками або доменами комунікацій. Дана модель, поєднує вбудовування Word2Vec із нейронними мережами для виявлення емоцій. Експерименти, проведені на власному наборі даних DisFinding, який розділений на набори даних тренування та перевірки. Запропонована модель досягла достатніх показників точності що було підтверджено матрицею помилок. Для оцінки отриманих вихідних даних DisFind використовується скрипт Python на основі бібліотек pandas та Counter.

Для оцінки впливу дисраптора у комунікаціях розроблена додаткова нейронна мережа DisRat. Мережа містить вхідний шар із 8 нейронами, два приховані шари та вихідний шар із 8 нейронами (по одному для кожної оцінки). Дана мережа оцінює кількісний вплив особи на кожний домен системи комунікацій в діапазоні від 0 до 10.

Нейронна мережа DisRat навчена на наборі даних DisRating. Набір даних DisRating було розділено на набори даних для навчання, тестування та перевірки. Мережа показала високу ефективність класифікації, підтверджену відповідними аналітичними графіками. Ефективність мережі оцінювалася за допомогою: гістограми зміщення; гістограми ядра; графіка втрат і середньої абсолютної похибки. За результатами вихідних даних з мережі проведений GAP-аналіз для визначення впливу особи на систему комунікацій. Аналіз показав як різні фактори впливають на комунікаційні процеси, що дозволяє виявляти ключових руйнівників системи комунікацій. Розроблена модель кількісної оцінки впливу руйнівників на комунікаційне середовище, яка дозволяє визначити зони впливу руйнівників і оцінити їх вплив. Запропонований підхід дозволив досягти високої точності визначення зон впливу руйнівників та оцінки їх впливу.

Показано, що на рівні команди її лідер може підвищити ефективність комунікацій у віртуальному середовищі та мінімізувати негативний вплив «руйнівника». Запропоновано покроковий метод визначення лідера віртуальної команди використовуючи модель FIRO-B, що допомагає зрозуміти потреби та поведінку членів команди, забезпечуючи кращу згуртованість команди та ефективність лідера. Запропонована модель комунікацій забезпечує проєктно-орієнтовані організації методами визначення та розвитку компетентності як на організаційному так і на командному рівнях, що враховує емоційний стан людини та її здатність поширювати емоції на інших учасників команди. Емоційний вплив кількісно визначається за допомогою коефіцієнта віртуальності, який вимірює вплив віртуальних членів команди один на одного.

Запропонована концепція інформаційної системи забезпечення комунікацій з огляду на діяльність організації в цілому. Наведені переваги застосування такої інформаційної системи та її роль у підвищенні технологічної зрілості організації. Проведено аналіз стандартів COBIT та ITIL щодо забезпечення структури управління корпоративних інформаційних технологій разом з погодженням проєктних процесів з бізнес-цілями та завданнями. Такий підхід підвищує компетентність як самої організації так і віртуальних команд.

Розроблені моделі нейронних мереж та методи оцінки учасників систем комунікацій були апробовані в діяльності будівельних компаній-забудовників «Архіматика», «Супер Спейс Студіо» та у Київському національному університеті будівництва і архітектури. З метою забезпечення автоматизації процесів оцінки та аналізу впливу учасників на системи комунікацій були розроблені відповідні артефакти в екосистемах Microsoft 365 організацій, де відбувалось пілотне впровадження. Впродовж пілотного впровадження моделей нейронних мереж у діяльність будівельних компаній шляхом налагодження зворотного зв'язку з зацікавленими сторонами була проведена оцінка продуктивності моделі, точність практичності та прийнятності результатів моделі в реальних сценаріях роботи проєктних команд. За результатами тестування були внесені відповідні коригування, що включали оптимізацію параметрів нейронної мережі, такі як швидкість навчання, кількість шарів і функції активації, що були налаштовані для підвищення точності та зменшення переналаштування. За результатами впровадження моделей в практичну діяльність будівельних компаній: підвищилась чіткість спілкування членів команди; були визначені ключові особи, які впливають на спілкування; відбувалось виявлення потенційних проблем на ранніх етапах проєкту; загалом застосування моделі сприяло більш ефективному та результативному управлінню проєктами. Загалом встановлено, що загальний негативний вплив зменшився на 7 із 8 визначених ділянок впливу на комунікації вже через два місяці впровадження.

Ключові слова: система комунікацій, проєктно-орієнтована організація, управління проєктами, віртуальні команди, лідер команди, FIRO-B, машинне навчання, нейронна мережа, штучний інтелект.

ABSTRACT

Koncevyi V.V. Communications in project-oriented organizations using virtual teams. – Qualifying scientific work on manuscript rights.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 122 Computer Science (12 Informational technologies). – Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, 2025.

The dissertation solved an urgent scientific and applied problem, which consisted in the development and practical application of neural network models for establishing effective communication in project-oriented organizations that use so-called virtual teams, where team members interact with each other using digital technologies.

The thesis examines communication models both in the context of virtual project team management and in an organizational context. An analysis of obstacles arising in project and organizational communications is conducted. A classification and description of such obstacles – barriers to communication – is formed. It is shown that the use of artificial intelligence is relevant and increases the ability to ensure communication in project-oriented organizations.

A communication model for a project-oriented organization is proposed. To analyze communications according to the defined model, a study was conducted of factors that can affect the effectiveness of information transfer in the system according to various characteristics. The factors were divided into four domains: communication environment; communication processes; communication channels; and cognitive communication. Accordingly, key components (subdomains) that influence communication processes were identified for each domain.

It has been shown that in order to ensure effective communication between project teams, it is advisable to identify the element that hinders it. The term “disruptor” in the communication system is proposed to conduct research on such a source of obstacles and provide appropriate ways to solve/minimize the negative impact in the communication systems of project-oriented organizations. Based on the results of the study of the nature of the disruptor's impact on the project team's communication system, the characteristics

or directions of the disruptor's impact on the communication system have been identified. Accordingly, a matrix of the disruptor's impact on communication domains has been developed.

Artificial intelligence models and methods were studied with a view to their use in searching for disruptors in the communication systems of project teams. The TensorFlow platform was chosen as the machine learning development tool. The developed DisFind artificial neural network model allows determining the directions of influence of participants on the communication system within a project team working in a virtual environment. The neural network includes a one-dimensional convolutional layer, the ReLU activation function is used at the internal level of the model to find nonlinear relationships in the data. The network has five hidden layers, which allows the model to study complex patterns and relationships in data at different levels of abstraction, ranging from simple representations to more generalized and complex ones. The SoftMax activation function was used in the output layer to perform multi-class classification.

The neural network was built using the TensorFlow library to determine how a person influences the communication process in text documents (analysis of documents, letters, messengers) in specific domains of communication. This model combines Word2Vec embedding with neural networks to detect emotions. Experiments were conducted on DisFinding dataset, which is divided into training and testing datasets. The proposed model achieved sufficient accuracy, which was confirmed by the error matrix. To evaluate the DisFind output data, was used a Python script based on the pandas and Counter libraries.

To evaluate the impact of the disruptor in communications, an additional neural network, DisRat, was developed. The network contains an input layer with 8 neurons, two hidden layers, and an output layer with 8 neurons (one for each evaluation). This network evaluates the quantitative impact of a person on each domain of the communication system in the range from 0 to 10.

The DisRat neural network was trained on the DisRating dataset. The DisRating dataset was divided into training, testing, and validation datasets. The network showed high classification efficiency, confirmed by the corresponding analytical graphs. The

efficiency of the network was evaluated using: a bias histogram; a kernel histogram; a loss graph and an average absolute error graph. Based on the results of the output data from the network, a GAP analysis was performed to determine the impact of individuals on the communication system. The analysis showed how various factors affect communication processes, allowing the identification of key disruptors of the communication system. A model was developed for the quantitative assessment of the impact of disruptors on the communication environment, which allows determining the zones of influence of disruptors and assessing their impact. The proposed approach made it possible to achieve high accuracy in determining the zones of influence of disruptors and assessing their impact.

It has been shown that at the team level, its leader can improve the effectiveness of communication in a virtual environment and minimize the negative impact of the “disruptor.” A step-by-step method for identifying the leader of a virtual team using the FIRO B model is proposed, which helps to understand the needs and behavior of team members, ensuring better team cohesion and leader effectiveness. The proposed communication model provides project-oriented organizations with methods for determining and developing competence at both the organizational and team levels, taking into account a person's emotional state and their ability to spread emotions to other team members. Emotional influence is quantified using a virtuality coefficient, which measures the influence of virtual team members on each other.

The proposed concept of an information system for ensuring communication takes into account the activities of the organization as a whole. The advantages of using such an information system and its role in increasing the technological maturity of the organization are presented. An analysis of COBIT and ITIL standards for ensuring the management structure of corporate information technologies is carried out, along with the alignment of project processes with business goals and objectives. This approach increases the competence of both the organization itself and virtual teams.

The developed neural network models and methods for evaluating communication system participants were tested in the activities of construction companies Arkhimatika and Super Space Studio, as well as at the Kyiv National University of Construction and

Architecture. In order to automate the processes of evaluating and analyzing the impact of participants on communication systems, appropriate artifacts were developed in the Microsoft 365 ecosystems of organizations where the pilot implementation took place. During the pilot implementation of neural network models in the activities of construction companies, feedback from stakeholders was used to evaluate the model's performance, accuracy, practicality, and acceptability of the model's results in real-life scenarios of project teams. Based on the test results, appropriate adjustments were made, including optimization of neural network parameters such as learning rate, number of layers, and activation functions, which were tuned to improve accuracy and reduce retraining. The results of implementing the models in the practical activities of construction companies showed that communication among team members became clearer; key individuals influencing communication were identified; potential problems were identified at early stages of the project; and, overall, the application of the model contributed to more efficient and effective project management. Overall, it was found that the overall negative impact decreased in 7 out of 8 identified areas of influence on communication after only two months of implementation.

Keywords: communication system, project-oriented organization, project management, virtual teams, team leader, FIRO-B, machine learning, neural network, artificial intelligence

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати

- *статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:*

1. Kontsevyi, V. (2024). Assessment of the impact of a disruptor on the communication environment. *Transfer of Innovative Technologies*, 7(1), 69–76. <https://doi.org/10.32347/tit.2024.71.03.09>. <http://tit.knuba.edu.ua/article/view/319815/310385> *Фахове видання категорії Б.*

2. Концевий, В. (2024). Підвищення компетентності проектно-орієнтованих ІТ-організацій на основі використання віртуальних команд. *Управління розвитком складних систем*, (58), 33–41. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.33-41>. <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/309382/300913> *Фахове видання категорії Б.*

3. Концевий В.В., Козлов Д.Є. (2025). Пошук лідера віртуальної команди в проектно-орієнтованій організації з використанням моделі FIRO-B. *Зв'язок*, №2 (174), 114-121. DOI: 10.31673/2412-9070.2025.029618. <https://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/2863/2758> *Фахове видання категорії Б.*

Особистий внесок автора: запропоновано комплексний підхід до автоматизації процесу ідентифікації лідера (керівника) віртуальної групи в рамках проектно-орієнтованої організації за допомогою моделі FIRO-B за допомогою Power Automate та Microsoft Forms в екосистемі Microsoft 365.

- *наукові праці, проіндексовані у базі даних Scopus:*

4. V. Kontsevyi and O. Voitenko, “Communications disruptor in project-oriented organisations,” 2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/CSIT61576.2023.10324097. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10324097> *Scopus.*

Особистий внесок автора: визначено термін «дисраптор», що характеризує особу, яка спричиняє негативний вплив на визначені напрями в системі комунікацій.

5. Bushuyev S., Sukach S., Kontsevyi V., Piliuhina K., Achkasov I., Murovanskiy G. Inspirational project governance into the holacracy environment (2023) CEUR Workshop Proceedings, 3453, pp. 47 – 58, <https://ceur-ws.org/Vol-3453/paper5.pdf>. Scopus.

Особистий внесок автора: показано що принцип холакратії дозволяє покращити систему управління, змінити способи комунікації, що впливає позитивно на технологічну зрілість організації. Досліджено переваги які надаються під час роботи з віртуальними командами при використанні даного принципу.

6. V. Kontsevyi, "Implementation of a Formalized Neural Network Model for Communication Analysis in a Construction Company," 2024 IEEE 19th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2024, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/CSIT65290.2024.10982629> <https://ieeexplore.ieee.org/document/10982629>. Scopus.

– **публікації в міжнародних виданнях:**

7. Концевий, В., & Войтенко, О. (2024). Classification of a disruptor areas of influence using neural networks. Modern Engineering and Innovative Technologies, 2(33-02), 112–122. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-33-00-045>. <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit33-00-045/7790>.

Особистий внесок автора: розроблена нейронна мережа для класифікації доменів системи комунікації.

– **наукові праці, які засвідчують апробацію результатів дисертації**

8. Концевий В.В., Войтенко О.С., Застосування нейронних мереж в управлінні портфелями проектів. XV міжнародна науково-практична конференція "РМ Kiev '18". Тема: «Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв, - Київ: КНУБА, 2018, С.111-113.

Особистий внесок здобувача: визначені роль та місце щодо застосування засобів штучного інтелекту в галузі управління проєктами, зокрема при вирішенні задач портфельного управління.

9. Концевий В. В. Обмін знаннями та комунікації в командах ІТ проєктів / В. В. Концевий, О. С. Войтенко // Управління проєктами у розвитку суспільства: XVIII Міжнародна конференція. Тема: «Управління проєктами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей, Київ, 15 травня 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Укр. асоціація упр. проєктами, Академія упр. проєктами ; відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ : КНУБА, 2021. – С. 184 - 189.

Особистий внесок автора: визначені сприятливі умови до комунікацій, а в подальшому і до обміну знаннями, що сприяє розвитку організації.

10. Концевий В.В., Нейронні мережі для розпізнавання емоцій для покращення систем комунікацій /В.В. Концевий// Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ: КНУБА, 2024. – С. 137-141.

Особистий внесок здобувача: проведений аналіз моделей штучного інтелекту, розглянуте застосування засобів штучного інтелекту в системах комунікацій.

11. Концевий В.В, Прийняття рішень в комунікаціях за допомогою використання нейронних мереж. Проблеми, пріоритети та перспективи розвитку науки, освіти і суспільства в ХХІ столітті: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 15 червня 2024 р.). Полтава: ЦФЕНД, 2024. 75 с. 32-36 с.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	2
ВСТУП	16
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ЯК БАЗИСУ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ	24
1.1. Визначення комунікації та моделей комунікацій для застосування в дослідженні	24
1.1.1. Лінійні моделі комунікацій	28
1.1.2. Інтерактивні моделі спілкування	34
1.1.3. Трансакційні комунікаційні моделі	37
1.2. Перешкоди в комунікаціях	41
1.3. Організаційні комунікації з використанням засобів віртуалізації	43
1.4. Дослідження комунікацій в командах із застосуванням віртуального середовища	47
1.5. Аналіз моделей штучного інтелекту щодо застосування в дослідженні	49
Висновки до розділу 1	56
РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМУНІКАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНИХ КОМАНД	58
2.1. Дослідження елементів системи та факторів, що впливають на комунікації	58
2.2. Дослідження елементів системи, що перешкоджають процесу комунікації	65
2.3. Застосування моделей та методів штучного інтелекту в дослідженні	72
2.3.1. Порівняння платформ для створення, обслуговування та масштабування моделей глибокого навчання	74
2.3.2. Алгоритми, методи та інструменти для роботи із текстом	82
2.4. Організаційні та командні комунікації з врахуванням ролі лідера	86

2.4.1 Інформаційна система забезпечення комунікацій віртуальних команд в організації	90
2.4.2 Модель фундаментальних міжособистісних відносин пошуку лідера.	97
2.4.3 Емоційне зараження команд в процесах комунікації.....	104
2.5. Вплив комунікацій на технологічну зрілість проєктно-орієнтованої організації.....	106
Висновки до розділу 2	118
РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ КОМУНІКАЦІЯМИ	123
3.1. Моделювання процесів в системі комунікацій	123
3.2. Використання нейронних мереж для прийняття рішень в комунікаціях ...	128
3.3. Оцінка впливу на комунікації за допомогою нейронної мережі	129
3.4. Навчання нейронної мережі оцінки впливу на комунікації	149
Висновки до розділу 3	165
РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА АПРОБАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ КОМУНІКАЦІЙ.....	168
4.1. Практична апробація моделі в компанії «Архіматика»	168
4.2. Апробація моделі в проєктах компанії «SSS»	179
4.3. Апробація моделі в освітньому процесі КНУБА.....	183
Висновки до розділу 4	187
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	191
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	196
ДОДАТКИ	212
Додаток А. Документи, що підтверджують впровадження результатів дисертації	213
Додаток Б. Лістинг мережі DisFind	217
Додаток В. Скрипт агрегації категорійних передбачень у CSV формат.....	223
Додаток Г. Лістинг мережі DisRat.....	224

	15
Додаток Д. Список публікацій здобувача	217
Додаток Е. Скрипт обчислення кумулятивного поточного впливу руйнівника	226
Додаток Є. Скрипт запису текстових даних	228

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасні проєктно орієнтовані організації все частіше використовують віртуальні команди для реалізації своїх завдань, що є наслідком глобалізації, розвитку цифрових технологій та зростання потреби в гнучкості прийняття управлінських рішень. Такий підхід дозволяє об'єднувати фахівців різних галузей знань, оптимізувати ресурси та забезпечувати ефективність застосування управлінських технік. Однак, попри переваги, віртуальні команди стикаються з низкою проблем, зокрема у сфері комунікації, що впливає на ефективність їх роботи. Зокрема, бар'єри у взаємодії, непорозуміння, затримки в обміні інформацією та інші фактори ускладнюють досягнення цілей, що поставлені в межах проєктної діяльності.

Незважаючи на значний прогрес у наукових дослідженнях і практичних рішеннях для підтримки комунікації у віртуальних командах, залишається багато не вирішених питань. Серед них – адаптація існуючих моделей і методів до специфіки проєктно орієнтованих організацій, врахування особливостей сучасних інформаційних технологій, а також потреба у розробці та/або вдосконаленні науково обґрунтованих алгоритмів і програмних засобів для оптимізації процесів комунікацій.

З точки зору використання сучасних систем управління проєктами, комунікаційні системи зазнають швидкого розвитку за рахунок використання середовищ, що забезпечують спільну роботу учасників проєктів у віртуальному середовищі. Використання, так званих, віртуальних команд проєктів висуває додаткові вимоги до системи комунікацій, водночас, учасникам таких проєктів важко адаптуватись до таких вимог. Перешкодами у ефективній роботі проєктних команд у віртуальному середовищі можуть бути різноманітні фактори, які потребують дослідження. У подібних умовах важливим є формування науково обґрунтованого базису до оцінки та аналізу систем комунікацій проєктних команд з метою налаштування ефективних комунікацій та подальшого розвитку таких систем. Комунікації в проєктній діяльності та їх ефективність безпосередньо впливають на показники проєктів, програм так і організації в цілому. Ці задачі

проектно-орієнтованим організаціям доводиться вирішувати з урахуванням роботи віртуальних команд, що може ускладнювати комунікаційні процеси. Підходи та інструменти взаємодії в проектно орієнтованих організаціях можуть вдосконалюватися через реалізацію відповідної моделі комунікації, яка включає засоби для знаходження та усунення проблем комунікацій між учасниками процесу спілкування, які, з огляду на зазначені тенденції, є актуальними. Отже, актуальність дослідження обумовлена необхідністю створення ефективних підходів до організації комунікацій у віртуальних командах, які дозволять не лише мінімізувати існуючі бар'єри, але й забезпечити високий рівень співпраці між учасниками проєктів.

В межах досліджуваної тематики, у розвиток моделей і методів управління проектно орієнтованих організацій з використанням віртуальних команд внесли свій вклад українські і зарубіжні вчені Бушуєв С.Д., Веренич О.В., Войтенко О.С., Трипат П.С., Марлоу, С.Л., Лацеренца, К.Н., Салас Е., Гіббс Д., Сівунен А. та ін. Організаційні та командні комунікації з врахуванням ролі лідера досліджували Бушуєв С.Д., Войтенко О.С., Кларк С., Ляо К., Гріффін М.А., Талаті З. та ін. Елементи системи та фактори, що впливають на комунікації розглядали Бушуєв С.Д., Войтенко О.С., Фукс К., Райхель А., Ковальські Г., Слебарська К. та ін. Використання нейронних мереж для прийняття рішень в комунікаціях досліджували Олійник А.О., Кахьяні, Д. Е., Вібава, А. П., Прасетя, Д. Д., Гумілар, Л., Ахбар, Ф., Тріюлінар, Е. Р., Різа М. А., Чарібальді Н., Хасан М., Рунденштайнер Е. та ін.

Незважаючи на велику кількість досліджень з управління проєктами, питання комунікації у віртуальних командах в умовах проектно орієнтованих організацій залишається недостатньо вивченим, зокрема в аспектах виявлення комунікаційних бар'єрів, впливу лідерських навичок на команду та впливу цифрових інструментів на ефективність взаємодії. Актуальність також зумовлюється потребою у створенні підходів до аналізу й оптимізації комунікаційних процесів з урахуванням особливостей віртуального середовища.

Отже, **актуальним науково-прикладним завданням** є розроблення та практичне застосування моделей нейронних мереж для налагодження ефективної комунікації в проектно-орієнтованих організаціях, що використовують віртуальні команди, оскільки дозволяє в подальшому формувати ефективні стратегії управління комунікацією, покращувати взаємодію учасників в межах проєктів сприяти досягненню їхніх цілей.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота над дисертацією виконувалась на кафедрі управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури і відповідає тематичному спрямуванню наукових розробок в межах науково-дослідної роботи кафедри «Ціннісно-орієнтоване управління в умовах дигіталізації суспільства» (державний реєстраційний номер №0121U114473).

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є проведення ґрунтового аналізу наукових напрацювань і, на його основі, розробка науково обґрунтованих моделей, методів, алгоритмів і програмних засобів для аналізу та оцінки ефективності процесів комунікацій у віртуальних командах проектно орієнтованих організацій.

Досягнення поставленої мети сприятиме покращенню якості управління проектами, оптимізації процесів взаємодії в командах і підвищенню загальної ефективності діяльності організацій, які використовують у своїй діяльності віртуальні команди.

Для досягнення мети дослідження необхідно виконати такі завдання:

- провести аналіз моделей комунікацій в проектно орієнтованих організаціях, що використовують віртуальні команди та ідентифікувати вимоги щодо визначення набору ефективних ІТ інструментів взаємодії учасників віртуальних команд;
- розробити концептуальну модель комунікацій віртуальних команд;
- визначити характеристики системи комунікацій із застосуванням віртуальних команд та, відповідно, напрями впливу на такі системи з точки зору негативного впливу;

- дослідити джерела негативного впливу на систему комунікацій віртуальної команди та визначити інструменти для пошуку таких джерел засобами штучного інтелекту;
- розробити метод пошуку учасника комунікаційного процесу, що позитивно впливає на комунікації та мінімізує негативний вплив інших учасників на систему комунікацій проєкту;
- розробити модель нейронної мережі для класифікації та аналізу негативного впливу учасників на систему комунікацій проєкту за визначеними напрямками;
- розробити модель нейронної мережі для кількісної оцінки негативного впливу учасника на систему комунікацій проєкту;
- запропонувати підхід до використання розробленої моделі на організаційному рівні з точки зору забезпечення стійкості організації в мінливому конкурентному оточенні та підвищення її технологічної зрілості;
- зробити практичну апробацію розроблених моделей на рівні систем комунікацій проєктних команд.

Об'єктом дослідження є процеси управління комунікаціями в командах проєктно орієнтованих організацій що використовують в своїй діяльності віртуальні команди.

Предметом дослідження є нейронні мережі різної архітектури для вирішення комунікаційних задач в проєктно-орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд.

Методи досліджень. Принципи, моделі, методи і алгоритми системи управління комунікацій в проєктно орієнтованих організаціях що використовують віртуальні команди створювались на базі наукового підґрунтя управління комунікаціями. При цьому в дисертаційному дослідженні були використані наступні методи: методи дослідження літературних джерел, загальнонаукові методи управління для ідентифікації елементів і побудови відповідних комунікаційних моделей, методи теорії множин для створення множинної моделі

проекту, методи алгоритмізації для побудови алгоритмів підбору інструментів комунікацій в проєкті, методи кластеризації і класифікації для побудови моделей класифікації, методи інжинірингу для створення моделей інжинірингу процесів досліджуваного проєкту.

Наукова новизна отриманих результатів. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає у створених моделях та методах управління комунікаціями в проєктно орієнтованих організаціях, які використовують віртуальні команди.

Вперше:

- запропонована класифікація факторів впливу на процеси комунікацій із застосуванням віртуальних команд в проєктно – орієнтованих організаціях за напрямками впливу;
- розроблена концептуальна модель комунікацій віртуальних команд;
- запропонований до використання термін «дисраптор» для опису учасника комунікацій який негативно впливає на їх ефективність;
- розроблена модель для визначення напрямів впливу дисраптора в комунікаціях проєктно орієнтованих організацій з використанням рекурентних нейронних мереж;
- розроблена модель оцінки впливу на комунікаційне середовище проєкту за визначеними напрямками.

Удосконалено:

- модель FIRO-B для пошуку лідера для організації ефективного комунікаційного процесу, в якій, на відміну від існуючих підходів, врахована робота команди у віртуальному середовищі.
- підхід до управління комунікаціями в проєктах, в якому, на відміну від існуючих напрацювань, запропоновано модель управління комунікаціями проєкту з використанням віртуальних команд з урахуванням визначених напрямів впливу, які формалізовані за відповідними характеристиками.

Отримали подальший розвиток:

- модель технологічної зрілості організації в управлінні проектами, а саме запропоновано використовувати поєднання моделі з фреймворками COBIT та ITIL на організаційному рівні щодо сприяння загального розуміння між замовниками та постачальниками послуг.

- термінологічний базис методології управління проектами в галузі інформаційних технологій, зокрема в управлінні комунікаціями, за рахунок введення визначення «дисраптор».

Практичне значення отриманих результатів. Наукові результати дисертаційної роботи дозволили отримати результати, що формують її практичну цінність, серед яких:

Практична цінність результатів дисертації підтверджена впровадженням створених моделей, методів, алгоритмів у практичну діяльність компаній, що реалізують проектну діяльність, а також в освітній процес.

Запропоновані автором наукові розробки впроваджені в проектну діяльність будівельних компаній ТОВ «Архіматика» (довідка про впровадження від 19.08.2024 №126/24) та ТОВ «Супер Спейс Студіо» (довідка про впровадження від 10.10.2024).

Результати досліджень дисертаційної роботи були використані в Київському національному університеті будівництва і архітектури в освітньому процесі та при підготовці навчально методичних комплексів таких освітніх компонентів:

- Розподілені команди в управлінні IT проектами, спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень магістр.
- Гнучкі методи та технології управління IT проектами, спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень бакалавр.

Особистий внесок здобувача. Усі наукові положення і результати, що представлені в дисертації, отримані здобувачем особисто. У наукових роботах, які виконані у співавторстві, особисто здобувачу належать: [3] – запропонований

комплексний підхід до автоматизації процесу ідентифікації лідера (керівника) віртуальної групи в рамках проєктно-орієнтованої організації за допомогою моделі FIRO-B за допомогою Power Automate та Microsoft Forms в екосистемі Microsoft 365; [4] – визначений термін «дисраптор», що характеризує особу, яка спричиняє негативний вплив на визначені напрями в системі комунікацій; [5] – показано що принцип холакратії дозволяє покращити систему управління, змінити способи комунікації, що впливає позитивно на технологічну зрілість організації. Досліджено переваги які надаються під час роботи з віртуальними командами при використанні даного принципу; [7] – розроблена нейронна мережа для класифікації доменів системи комунікацій; [8] – визначені роль та місце щодо застосування засобів штучного інтелекту в галузі управління проєктами, зокрема при вирішенні задач портфельного управління; [9] – визначені сприятливі умови до комунікацій, а в подальшому і до обміну знаннями, що сприяє розвитку організації; [10] – проведений аналіз моделей штучного інтелекту, розглянуте застосування засобів штучного інтелекту в системах комунікацій.

Апробація результатів дисертації. Основні наукові результати дисертації доповідались на міжнародних і всеукраїнських наукових конференціях, а саме:

XV Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства», тема: «Управління проєктами в умовах переходу до поведінкової економіки» (Київ, 18-19 травня 2018), XVIII Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства», тема: «Управління проєктами в умовах пандемії COVID-19» (Київ, 15 травня 2021), XXI Міжнародній конференції «Управління проєктами у розвитку суспільства», тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України» (Київ, 24 травня 2024), Міжнародній науково-практичній конференції «Проблеми, пріоритети та перспективи розвитку науки, освіти і суспільства в XXI столітті» (Полтава, 15 червня 2024 р.)

Публікації. За результатами дисертаційних досліджень опубліковано 11 наукових праць, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України, в тому числі 2 одноосібно; 3 статті, що індексуються у міжнародній науко метричній базі

Scopus, в тому числі 1 одноосібно; 1 стаття у періодичному науковому виданні інших держав, що входять до ОЄСР; 4 тези доповідей у матеріалах міжнародних конференцій.

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків та семи додатків. У роботі містяться посилання на 139 літературних джерел. Загальний обсяг дисертації становить 229 сторінки, із них 180 сторінок основного тексту, який містить 60 рисунків, 4 таблиці, 7 додатків на 16 сторінках.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ ЯК БАЗИСУ ДИСЕРТАЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Визначення комунікації та моделей комунікацій для застосування в дослідженні

Термін комунікація може вживатись в різних значеннях, в залежності від галузі використання. У загальному розумінні термін «комунікація» визначають як дію або процес використання слів, звуків, знаків або певної поведінки для виразу або обміну ідеями, думками, почуттями тощо. З використанням технологій процес комунікацій може бути реалізований шляхом надсилання листа, повідомлення, аудіо або відео дзвінка тощо.

Одне з визначень терміну комунікація – це дослідження того як інформація передається людьми шляхом застосування відповідних технологій [1]. Крім того, слід розрізняти комунікації як засіб, необхідний для життя людини в соціумі, та комунікації як засіб вирішення завдань при виконанні відповідних функціональних обов'язків людини в своїй трудовій діяльності. Саме другому аспекту діяльності людини присвячене дисертаційне дослідження з урахуванням специфіки роботи певного фахівця в проєктно-орієнтованому середовищі із застосуванням віртуальних команд.

Така специфіка дослідження обумовлена характером роботи автора за останні кілька років у проєктно-орієнтованій організації «Архіматика». Епідемія Covid-19, а в подальшому широкомасштабне вторгнення російської федерації спричинило зміну режиму роботи працівників організації зі звичайного на дистанційний із застосуванням інструментів створення так званих віртуальних команд. Досвід застосування роботи працівників у віртуальних командах показав доцільність проведення дослідження з метою аналізу та забезпечення швидкості та якості, а, отже і, ефективності прийняття рішень в командах проєктів. Досвід роботи показав, що важливо не тільки визначити систему комунікацій всередині організації та команд проєктів, але і проводити моніторинг ефективності комунікацій впродовж виконання проєктів – визначати бар'єри в системі комунікацій; оцінювати вплив

об'єктів (людей) один на одного в системі комунікацій; мінімізувати або прибирати з комунікацій елементи, які спричиняють негативний вплив; визначати лідерів в системі комунікацій, які спрямовують роботу команди з огляду на результат тощо. Крім того, постає необхідність врахування досвіду проведених оцінок систем комунікацій поточних проєктів для застосування у майбутньому.

Таким чином, дисертаційне дослідження присвячене аналізу комунікацій між людьми в робочому середовищі при виконанні проєктів із застосуванням технологій, що дозволяють працювати у віртуальному середовищі.

Отже, передавання інформації від однієї людини до іншої за допомогою певного середовища називають комунікацією. Перша сторона, яка надсилає інформацію, називається відправником, а друга сторона, яка отримує інформацію, декодує інформацію та відповідно відповідає, називається отримувачем або одержувачем. Таким чином, в широкому змісті, комунікація – це процес обміну інформацією (фактами, ідеями, поглядами, емоціями тощо) між двома або більше особами, коли відправник надсилає інформацію одержувачу, щоб той відповів (див. рис. 1.1.).

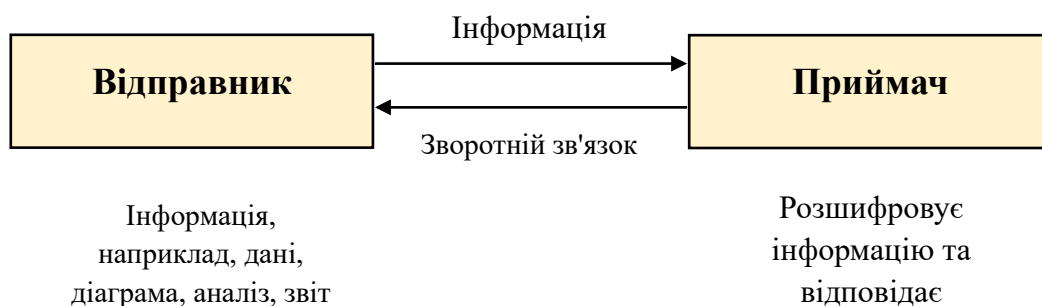


Рис. 1.1. Комунікація в загальному розумінні.

Надсилення повідомлення. Відправник осмислює інформацію, незалежно від того, що він збирається повідомити або передати іншим. Потім викладає інформацію або повідомлення словами або готує зміст. Процес втілення думок у слова називають кодуванням. Надалі готовий вміст після передається приймачу.

Отримання повідомлення. Отримувачу надходить повідомлення шляхом застосування відповідних технологій та засобів зв'язку. Отримувач декодує

повідомлення: проводить аналіз отриманої інформації, формує відповідь та надсилає її відправнику – надає зворотний зв'язок. Відправник також може надати зворотний зв'язок одержувачу після того, як він зрозумів відповідь.

Отже, слід дослідити різні види моделей комунікацій з метою визначення та застосування адекватної моделі з огляду на описану вище специфіку: комунікації всередині команд впродовж виконання проєктів.

Моделі комунікацій надають візуальне уявлення про різні аспекти ситуації спілкування. Оскільки комунікації (спілкування) є складним процесом, часто важко визначити, де починається і де закінчується розмова.

Аналіз наукових джерел показав, що дослідження комунікацій в сфері інформаційних технологій що використовуються в проєктно орієнтованих організаціях та забезпечують комунікації охоплюють різні сфери, переважно зосереджені на аналізі технологій і методів, які забезпечують ефективний обмін даними та взаємодію. Ключові теми включають розробку та оптимізацію протоколів зв'язку, як TCP/IP і HTTP, для забезпечення надійної та ефективної роботи в мережі [2]. Розподілені системи відіграють значну роль, наголошуючи на відмово стійких алгоритмах, таких як Paxos, і архітектурах, керованих подіями [3]. Дослідження в галузі взаємодії людини з комп'ютером і обробка природної мови дозволяють формалізувати шляхи покращення взаємодії між людьми та машинами, включаючи розпізнавання мовлення, системи діалогу та мультимодальне спілкування.

Безпека – ще один важливий напрямок, оскільки криптографія забезпечує конфіденційність і автентичність за допомогою методів шифрування та протоколів, таких як RSA та AES [4]. Розвиток Інтернету речей і міжмашинного зв'язку запроваджує протоколи для автономної взаємодії пристроїв, такі як Message Queue Telemetry Transport або MQTT) [5]. У галузі штучного інтелекту розроблено системи для автономного прийняття рішень із підкріпленням навчанням і багатоагентними стратегіями, що покращують комунікаційні можливості.

Технології зв'язку в реальному часі, такі як Web real-time communications або WebRTC і адаптивне потокове передавання, підтримують такі додатки, як

відеоконференції та ігри, тоді як квантовий зв'язок досліджує інноваційні методи, такі як квантовий розподіл ключів для безпечного та високошвидкісного обміну даними [6].

Крім того, обчислювальний аналіз соціальних мереж вивчає поширення впливу та виявлення дезінформації, використовуючи теорію графів і мережеві показники. Ці досягнення пов'язані з етичними міркуваннями, включаючи упередженість алгоритму, конфіденційність даних і доступність. Вирішуючи ці проблеми, інформатика продовжує трансформувати комунікацію, пропонуючи інноваційні та ефективні рішення.

Якщо розглядати комунікацію у проектно-орієнтованих організаціях, то можна виділити вісім основних моделей спілкування, які можна розділити на три категорії:

- **Лінійні моделі.** Забезпечують прямий потік інформації між відправником і одержувачем. Хоча вони прості, їх недоліком є обмеженість зворотного зв'язку. Найвідоміші лінійні моделі комунікації:

- модель Аристотеля;
- модель Лассвелла;
- модель Шеннона-Вівера;
- модель Берло, Sender–Message–Channel–Receiver.

- **Інтерактивні моделі.** Впроваджують механізми двосторонньої комунікації, що робить їх придатними для більш складних проєктів:

- модель Осгуда-Шрамма;
- модель Вестлі та Макліна.

- **Трансакційні моделі.** Розглядають комунікацію як одночасний багатовекторний процес, що є особливо корисним для роботи в команді та взаємодії із зацікавленими сторонами:

- трансакційна комунікаційна модель Барнлунда;
- спіральна модель спілкування Dance.

1.1.1. Лінійні моделі комунікацій

Лінійну комунікаційну модель, як правило, використовують в маркетингу, продажах, у спілкуванні з клієнтами. Такі моделі припускають, що комунікація відбувається лише в одному напрямку. Основними елементами цих моделей є: відправник, канал і приймач. Певні моделі враховують шум як один із факторів, який відіграє роль у процесі комунікації і розглядають його як додатковий елемент, який відволікає увагу від вхідного/вихідного повідомлення.

Відправник формулює та передає повідомлення через канал. В залежності від застосовуваних технологій канал, відповідним чином перетворює повідомлення (текст, аудіо/відео тощо) та здійснює передавання. Повідомлення отримує одержувач та обробляє його (див. рис. 1.2).

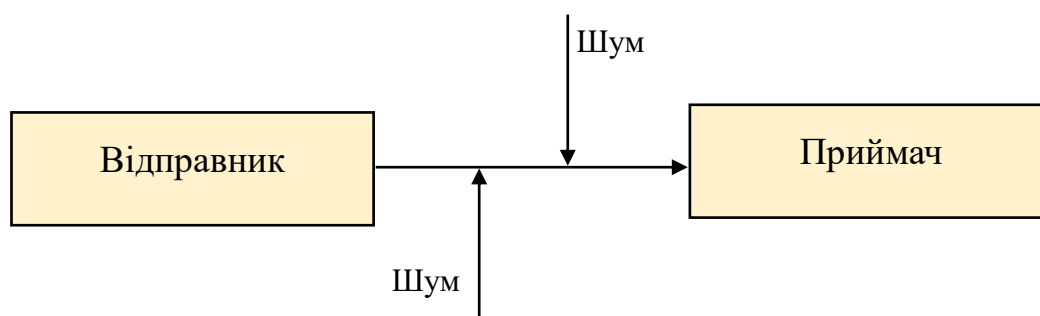


Рис. 1.2. Діаграма лінійної моделі зв'язку.

Модель комунікації Аристотеля. Була розроблена, щоб дослідити, як стати ефективним та переконливим комунікатором. Зосереджена на відправнику (оратор, професор тощо), який передає повідомлення одержувачу (цільовій аудиторії) [7]. Відправник є єдиним активним учасником цієї моделі, аудиторія пасивна. Це робить модель Аристотеля способом досягти успіху в публічних виступах, семінарах тощо. Аристотель описав три фактори, які можуть покращити комунікацію з цільовою аудиторією:

- *Етнос* (Ethos) – визначає довіру до *оратора*. Доповідач здобуває довіру, авторитет і владу, в разі, якщо він експерт у обраній галузі.

- *Пафос* (Pathos) - пов'язує оратора з аудиторією через різні емоції (гнів, смuteк, щастя тощо).
- *Логос* (Logos) – означає логіку. Тобто недостатньо, щоб промова була цікавою – вона повинна відповідати правилам логіки.

Як показано на рис. 1.3, в моделі розглядаються п'ять компонентів комунікаційної ситуації, для досягнення необхідного ефекту комунікації: оратор або комунікатор; промова; ситуація або подія; слухач або цільова аудиторія та ефект. За цією моделлю оратор будує промову для різної аудиторії, в різний час (привід) і з різним ефектом.



Рис. 1.3. Модель комунікацій Аристотеля.

Прикладом такої моделі спілкування може бути лекція в університеті. Одним із головних недоліків цієї моделі є те, що вона не враховує зворотний зв'язок у спілкуванні, оскільки аудиторія пасивна.

Модель комунікації Лассвелла. Розглядає комунікацію як передачу повідомлення з ефектом як результат. Ефектом у цьому випадку є вимірна та очевидна зміна в одержувачі повідомлення, спричинена елементами комунікації [8]. Якщо будь-який з елементів змінюється, ефект також змінюється.

Модель була заснована на досвіді ведення пропаганди в армійських підрозділах під час Другої світової війни. Має також назву 5W.

В моделі пропонується задати п'ять питань щоб розкрити її структуру: хто створив повідомлення? що сказав? який канал використовує (телебачення, радіо, блог)? кому це сказав? який вплив це мало на приймача?

Завдяки відповідям на вище зазначені питання можна отримати дані для проведення аналізу основних компонентів моделі (див. рис.1.4):

- *Комунікатор.* Проводиться аналіз комунікатора, виявляються його характеристики, чинники, що сприяють поліпшенню взаємодії з аудиторією. Аналізуються причини виникнення самого акту комунікації.
- *Повідомлення.* Аналіз змісту повідомлення, інформації (контент, обсяг, складність), частоти вживання, кількості згадування в ЗМІ тощо.
- *Канал.* Аналіз засобів і каналів, за допомогою яких передається повідомлення. Виявлення прийнятних засобів комунікації та їхньої специфіки.
- *Отримувач.* Проводять аналіз цільової аудиторії, під час якого виявляють відмінні риси та характеристики цієї аудиторії.
- *Ефект.* Аналіз результатів комунікаційного впливу, оцінка ефективності комунікації на підставі: прийняття або відкидання інформації, інтересу до змісту повідомлення або байдужості.

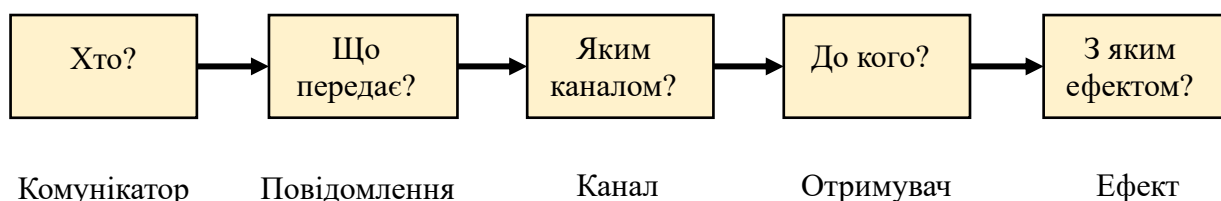


Рис. 1.4. Комунікаційна модель Лассвелла.

Модель комунікацій Шеннона-Вівера. Це математична концепція комунікації, яка передбачає, що комунікація – це лінійний односторонній процес, який можна розбити на 5 ключових концепцій [9].

Як показано на рис. 1.5, основними компонентами моделі є: відправник, кодер, канал, декодер і одержувач. Ця схема дістала назву «Ланцюг Шеннона-Вівера», або «трансмісійна модель», ставши основою сучасних теорій передавання інформації.

Шеннон в межах даної комунікаційної моделі ввів поняття шуму і надмірності. Ентропія, або шум, у теорії комунікації пов'язана з тими зовнішніми чинниками, які спотворюють повідомлення, порушують його цілісність і можливість точного сприйняття приймачем. В той же час, будь-який «шумний»

канал зв'язку характеризується своєю граничною швидкістю передавання інформації – так званою, межею Шеннона. На швидкостях, вищих за це обмеження, неминучі помилки в переданій інформації. Але знизу до цієї межі можна підійти дуже близько, забезпечуючи відповідним кодуванням інформації досить малу ймовірність помилки за будь-якого шуму в каналі. Очевидно, є межа допустимого порогу шуму, для якого можливість розуміння різко знижується. Складно зрозуміти в шумних середовищах повідомлення з використанням незнайомого коду.

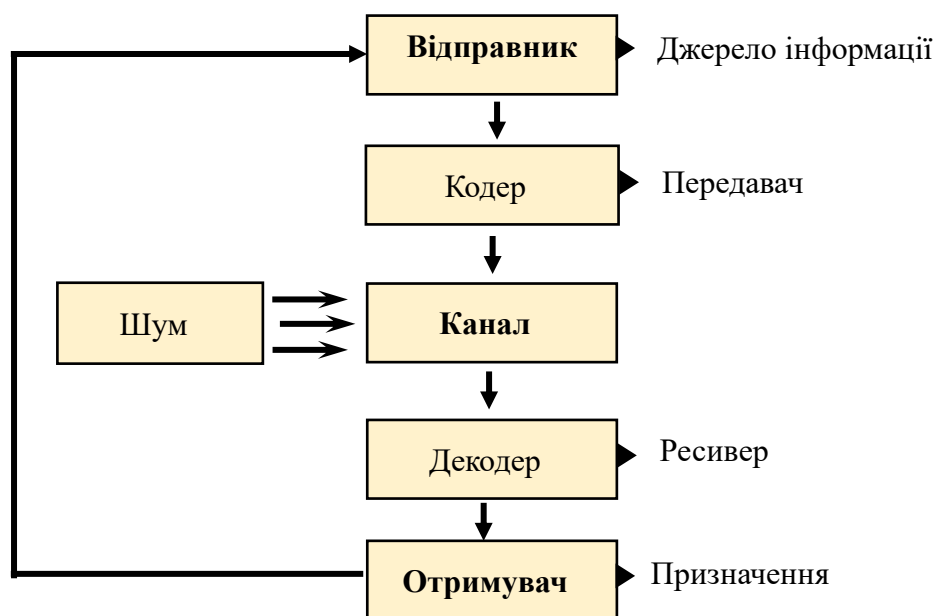


Рис. 1.5. Комунікаційна модель Шеннона-Вівера.

Модель комунікації Шеннона і Вівера описує три елементи: Відправник – Канал – Одержувач. Шеннон і Вівер описують три рівні проблем, характерних для цієї моделі:

- технічна проблема – наскільки точно може передаватися повідомлення;
- семантична проблема – як передається сенс;
- проблема ефективності – наскільки ефективно значення повідомлення впливає на поведінку.

Принцип зворотного зв'язку було додано до оновленої версії, тому модель забезпечила реальне представлення людської взаємодії. Концепція зворотного зв'язку була виведена з досліджень Норберта Вінера. Зворотний зв'язок – це

передача реакції одержувача назад до відправника. Це дозволяє оратору змінювати свій виступ відповідно до реакції аудиторії. Важливою функцією зворотного зв'язку є той факт, що він допомагає одержувачу відчувати себе причетним до процесу спілкування. Це робить одержувача більш сприйнятливим до повідомлення, оскільки він відчуває, що його думку беруть до уваги.

Модель комунікації S-M-C-R Берло. Це лінійна модель комунікації, яка передбачає що комунікація – це передача інформації між 4 основними етапами або ключовими елементами [10]. Як показано на рис. 1.6, ці кроки є такими: джерело, повідомлення, канал і отримувач.

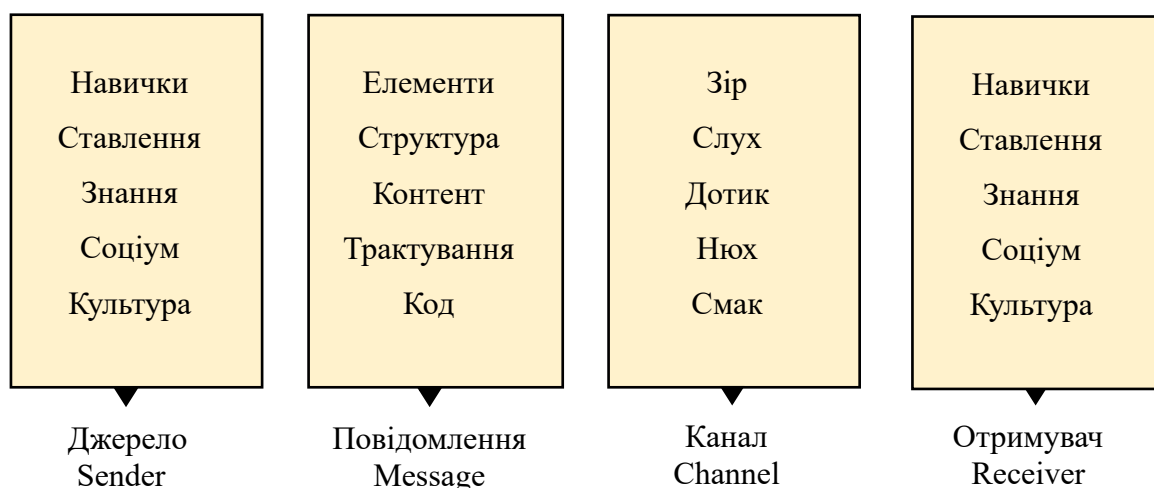


Рис. 1.6. Комунікаційна модель S-M-C-R Берло.

Джерело. Джерело або відправник викладає свої думки в слова та передає повідомлення одержувачу за допомогою:

- Комунікативних навичок. Джерело потребує комунікаційних навичок, щоб переконатися, що комунікація буде ефективною. Оратор повинен знати, коли робити паузу, що повторювати, як вимовляти слова тощо.
- Ставлення. Джерело потребує правильного ставлення та, одночасно, джерело має справити враження на одержувача(ів) інформації.

- Знання. Як фактор комунікації, знання – це розуміння та обізнаність суб'єктів комунікації з предметом розмови, а також з тим, що вони знають один про одного. Без знань неможливо спілкуватися, комунікація буде неефективною. Якщо розуміння суб'єктів комунікації обмежене тоді наскільки ефективно значення повідомлення впливає на поведінку обох.

- Соціальна система – джерело має бути знайоме із соціальною системою, в якій відбувається процес комунікації. Це допоможе джерелу нікого не образити.

- Культура. Для досягнення ефективної комунікації джерело має бути знайоме з культурою, у якій відбувається спілкування. Це особливо важливо для міжкультурного спілкування.

Повідомлення. Джерело (оратор) створює повідомлення коли перетворює свої думки на слова. Ключові фактори повідомлення:

- Контент – це сценарій розмови.
- Елементи – для повного розуміння однієї лише мови недостатньо, тому необхідно враховувати інші елементи: жести, мову тіла, міміку тощо.
- Обробка – те, як джерело трактує повідомлення. Джерело повинне усвідомлювати важливість повідомлення, щоб передати його належним чином.
- Структура – необхідно відповідним чином структурувати повідомлення, щоб гарантувати, що одержувач його правильно зрозуміє.
- Код – усі елементи, вербальні та невербальні, мають бути точними для унеможливлення спотворення та неправильного тлумачення.

Канал. Щоб потрапити від джерела до отримувача, повідомлення проходить через канал. Комунікаційна модель Берло S-M-C-R визначає, що органи чуття є каналами, які допомагають спілкуватися один з одним та декодувати повідомлення, це: зір, слух, дотик, нюх і смак.

Одержувач/приймач. Це особа, яка є адресатом повідомлення. Щоб зрозуміти повідомлення, одержувач повинен включити ті ж елементи, що й джерело. Вони повинні мати схожі навички спілкування, ставлення та знання, а також бути знайомими з соціальною системою та культурою, в якій вони спілкуються.

1.1.2. Інтерактивні моделі спілкування

Інтерактивні моделі використовують в Інтернет-комунікації та опосередкованій комунікації, такій як телефонні розмови, листи тощо. Як більш динамічні моделі, моделі інтерактивного спілкування відносять до двостороннього зв'язку зі зворотним зв'язком. Однак зворотний зв'язок в інтерактивних моделях спілкування відбувається не одночасно. Основні елементи цих моделей зображені на рис. 1.7: відправник, повідомлення, отримувач, зворотний зв'язок і область досвіду.

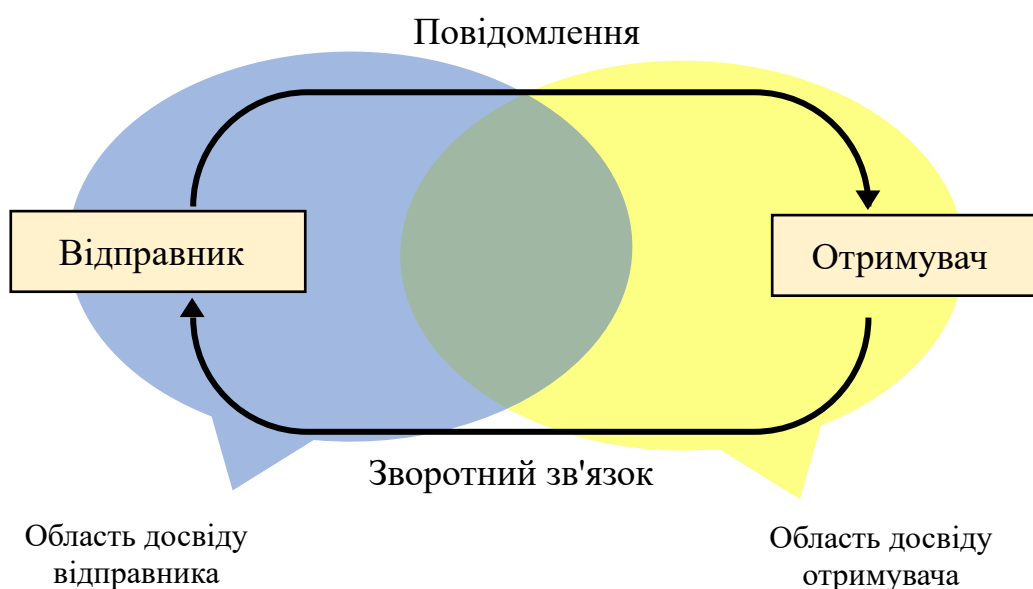


Рис. 1.7. Модель інтерактивного спілкування.

Область досвіду представляє культуру людини, її минулий досвід та особисту історію. Усі ці фактори впливають на те, як відправник створює повідомлення, а також як одержувач його інтерпретує. Кожен елемент моделі привносить унікальний досвід у кожній комунікаційній ситуації.

Модель комунікацій Осгуда-Шрамма. Це циклічна модель комунікації, у якій повідомлення йдуть у двох напрямках між кодуванням і декодуванням. Модель корисна для опису синхронного міжособистісного спілкування, але менш підходить для випадків із незначним зворотним зв'язком або без нього. В комунікаційній моделі Осгуда-Шрамма немає різниці між відправником і одержувачем. Обидві

сторони однаково кодують і декодують повідомлення. Перекладач – це людина, яка намагається зрозуміти повідомлення в цей момент. Крім того, комунікаційна модель показує, що інформація не приносить користі, поки вона не викладена словами та не передана іншим людям. Модель пропонує 4 основні принципи спілкування:

1. Спілкування циркулярне. Особи, залучені в процес спілкування, змінюють свої ролі кодувальників і декодувальників.
2. Спілкування рівноправне та взаємне. Обидві сторони однаково задіяні як кодери та декодери.
3. Повідомлення потребує тлумачення. Щоб зрозуміти інформацію, її потрібно правильно інтерпретувати.
4. Модель передбачає три кроки в процесі спілкування: кодування, інтерпретація і декодування (див. рис. 1.8.).

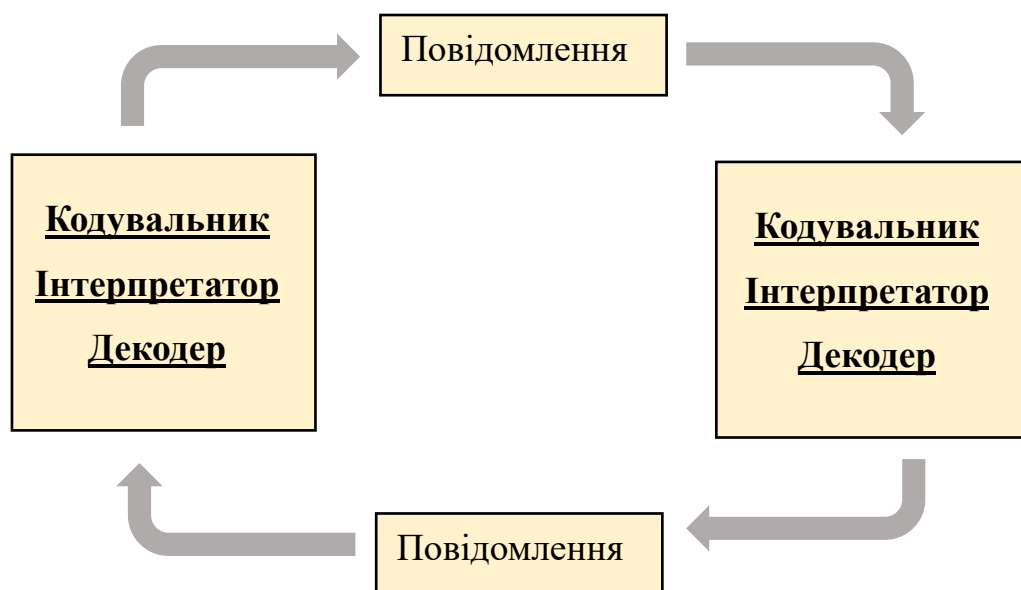


Рис. 1.8. Комунікаційна модель Осгуда-Шрамма.

Модель комунікацій Вестлі та Макліна. Використовується для пояснення масової комунікації та передбачає, що процес комунікації починається не з джерела/відправника, а з факторів середовища.

Ця модель також враховує об'єкт впливу/комунікації (походження, культуру та переконання), відправника та одержувача повідомлень. Згідно з цією

комунікаційною моделлю, процес спілкування починається з факторів навколишнього середовища, які впливають на джерела/відправника/оратора – культура чи суспільство, в якому він живе, чи знаходиться він у публічному чи приватному просторі тощо. Крім цього, значна роль приділена зворотному зв'язку.

Комунікаційна модель Вестлі та Макліна наведена на рис. 1.9 та показує яким чином компоненти організовані в процесі комунікації.

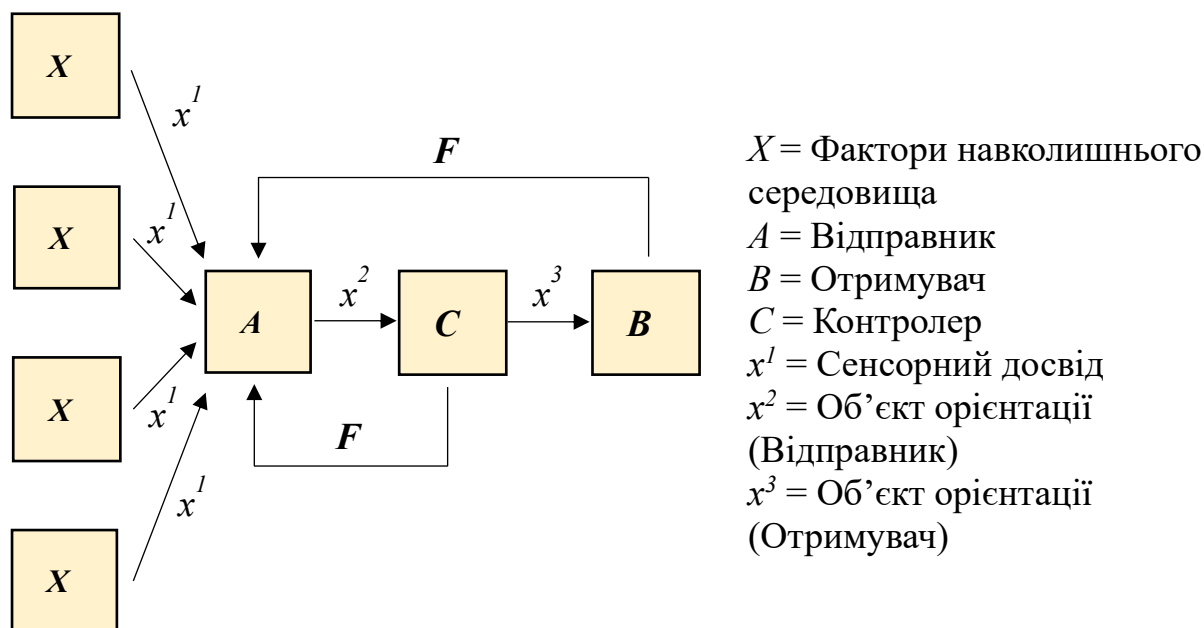


Рис. 1.9. Комунікаційна модель Вестлі та Макліна.

Модель складається з дев'яти ключових компонентів.

- Середовище (X). Процес комунікації починається тоді, коли стимул з навколишнього середовища мотивує людину створити та надіслати повідомлення.
- Сенсорний досвід (x^1). Коли відправник повідомлення відчуває щось у своєму оточенні, що підштовхує його до відправлення повідомлення, тоді цей чуттєвий досвід стає елементом комунікації.
 - Джерело/Відправник (A). Відбувається відправка повідомлення.
 - Об'єкт орієнтації джерела (x^2). Об'єктом орієнтації джерела є переконання або досвід відправника.
 - Отримувач (B). Це особа, яка отримує повідомлення від відправника.

- Об'єкт орієнтації приймача (x^3). Це переконання або досвід отримувача, які впливають на те, як він сприймає повідомлення.

- Зворотній зв'язок (F). Зворотній зв'язок має вирішальне значення для цієї моделі, оскільки він робить її не лінійною, а круговою. По суті, зворотній зв'язок впливає на те, як надсилаються повідомлення. Це означає, що одержувач і контролер надсилають повідомлення назад відправнику. Після отримання зворотного зв'язку відправник змінює повідомлення і відправляє його назад.

Контролер (C). Цей елемент зазвичай зустрічається в масовій комунікації, а не в міжособистісному спілкуванні. Це редактор повідомлень, які відправники намагаються донести до одержувачів.

- Лідер думок. Цей елемент комунікації відноситься до масової комунікації. Лідери думок мають вплив як фактор навколишнього середовища (X) на відправника повідомлення (A).

1.1.3. Трансакційні комунікаційні моделі

Трансакційні моделі є динамічними моделями комунікації, які вводять новий термін для відправників і одержувачів – комунікатори.

Трансакційні комунікаційні моделі розглядають комунікацію як трансакцію, що означає, що це спільний процес, у якому комунікатори спільно створюють процес комунікації, тим самим впливаючи на її результат і ефективність. Комунікатори створюють спільне значення в динамічному процесі. Крім того, трансакційні моделі показують, що ми не просто обмінюємося інформацією під час нашої взаємодії, але створюємо стосунки, формуємо міжкультурні зв'язки та формуємо свої думки. Моделі також представили ролі: соціальний, реляційний та культурний контексти.

Моделі також визнають наявність перешкод для ефективного спілкування – шум. На рис. 1.10 зображено типову трансакційну комунікаційну модель ключовими компонентами якої є: кодування, розшифровка, комунікатори, повідомлення, канал і шум.

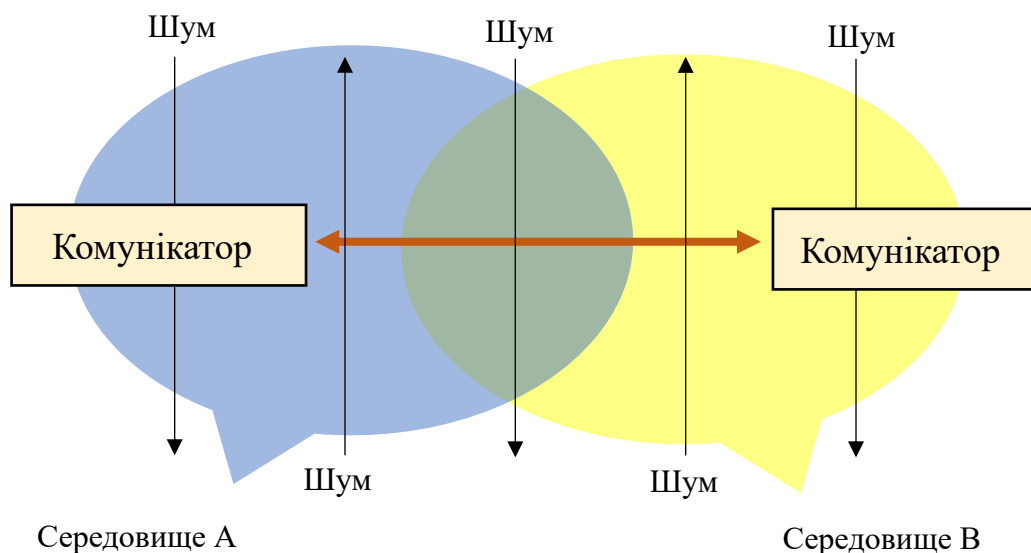


Рис. 1.10. Модель трансакційної комунікації.

Трансакційна модель комунікації Барнлунда. Модель досліджує міжособистісну комунікацію з миттєвим зворотним зв'язком [11]. Модель комунікації Барнлунда визнає, що комунікація є циклічним процесом і багаторівневою системою зворотного зв'язку між відправником і одержувачем, обидва з яких можуть впливати на повідомлення, що надсилається. Відправник і одержувач міняються місцями і однаково важливі. Зворотній зв'язок від відправника є відповіддю для одержувача, і обидва комунікатори забезпечують зворотний зв'язок. Водночас, відправник і одержувач відповідають за ефект і ефективність комунікації. Комунікаційна модель Барнлунда, наведена на рис. 1.11, включає основні компоненти: кодування, розшифровка, комунікатори, повідомлення (включаючи підказки, середовище та шум) і канал.

Де P: Person, D: Decoding, E: Encoding, Cpu: Public cues, Cpr: Private cues, Cbeh_{nv}: Nonverbal behavior cues.

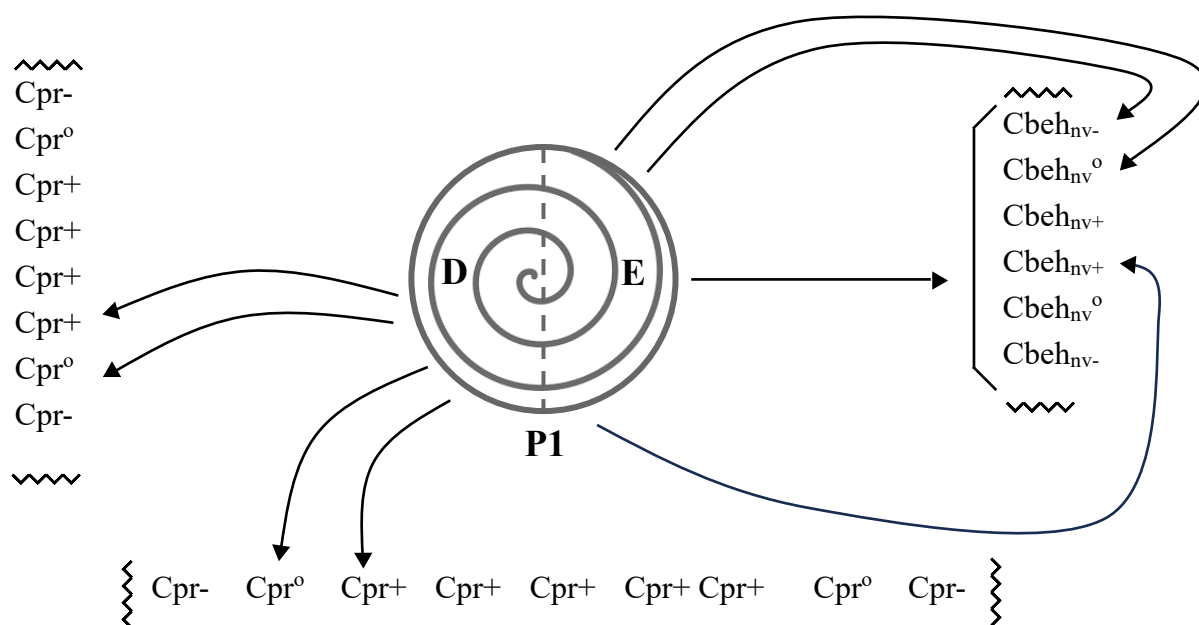


Рис. 1.11. Комунікаційна модель Барнлунда.

Сигнали, навколишнє середовище та шум є частиною повідомлення. Реакція кожного комунікатора залежить від його походження, досвіду, установок і переконань. Приклади моделі комунікації Барнлунда включають: взаємодія віч-на-віч; сеанси чату; телефонні розмови; зустрічі тощо.

Спиральна модель комунікацій Dance. Відповідно до цієї моделі, з кожним циклом розширюється коло спілкування [12]. Кожна комунікаційна зустріч відрізняється від попередньої, оскільки спілкування ніколи не повторюється. Спиральна комунікаційна модель Dance розглядає комунікацію як циклічний процес, який стає дедалі складнішим впродовж розвитку комунікації. Відповідно до цієї моделі, у процесі комунікації зворотний зв'язок, який ми отримуємо від іншої залученої сторони, впливає на наступне твердження, отже, особа стає більш обізнаною з кожним новим циклом комунікацій. Наприклад, будучи немовлям, людина плаче, щоб привернути увагу. Згодом людина використовує слова, надалі – речення. Протягом процесу комунікацій людина спирається на те, що знає з огляду на покращення спілкування. Таким чином, кожна комунікаційна дія є для людини способом навчитися ефективніше спілкуватися в майбутньому, а зворотний зв'язок

допомагає досягти ефективнішого спілкування. У певному сенсі, життя – це одна комунікаційна подорож до вершини спіралі Dance.

Сучасні проєктні середовища використовують комунікаційні технології, зокрема електронну пошту, месенджери та спеціалізоване програмне забезпечення для управління проєктами. Дослідження демонструють, що інтеграція таких інструментів сприяє покращенню командної співпраці та підвищенню загальної ефективності проєктів.

Різні канали зв'язку (особисті зустрічі, письмові повідомлення, онлайн-конференції) мають свої переваги та недоліки. Вибір відповідного каналу впливає на ефективність взаємодії команди та успіх проєкту, особливо в різних контекстах і сценаріях. Глобалізація проєктів робить міжкультурну комунікацію актуальною проблемою. Культурні відмінності впливають на стилі спілкування, рівень взаєморозуміння та ефективність співпраці. Дослідження вивчають стратегії подолання культурних бар'єрів, таких як навчання співробітників або адаптація комунікаційних методів. Мовні розбіжності, часові пояси та організаційна ізольованість – це бар'єри, які можуть ускладнити комунікацію. Ефективні стратегії їх подолання, такі як стандартизовані процеси чи технологічні рішення, відіграють ключову роль у забезпеченні продуктивності.

Кожна група зацікавлених сторін (клієнти, члени команди, постачальники) має свої очікування та потреби. Індивідуальні підходи до комунікації дозволяють краще задовольнити ці потреби, підвищуючи рівень довіри та успішності проєкту. Високий рівень комунікативних навичок, таких як активне слухання, чіткість та емпатія, є ключовим для керівників проєктів і команд. Навчальні програми допомагають вдосконалити ці навички, що безпосередньо впливає на якість спілкування. Дослідження підтверджують тісний зв'язок між якістю комунікації та успіхом проєкту. Надійні комунікаційні практики знижують ризик відхилення від бюджету, графіка та завдань проєкту.

Аналіз успішних і невдалих проєктів надає цінний досвід, який використовується для розробки рекомендацій і впровадження найкращих практик.

Дослідження моделей комунікації в проєктно-орієнтованих організаціях сприяють створенню ефективних стратегій спілкування, вдосконаленню методів управління проєктами та досягненню високих результатів у виконанні завдань. На даний час в існуючих моделях спостерігається недостатня увага на групових комунікаціях в віртуальному середовищі.

1.2. Перешкоди в комунікаціях

Зазначені вище комунікаційні моделі розглядають поняття шум, як комунікаційний бар'єр, що перешкоджає успішній комунікації. В теорії комунікацій, бар'єри – це різноманітні перешкоди, які виникають між об'єктами в системі комунікацій, що призводить до непорозумінь і неправильного тлумачення інформації, що передається від джерела (відправника) до одержувача. Бар'єри є факторами, які заважають ефективному обміну інформацією між учасниками комунікаційного процесу [13-14], що призводить до його порушення та руйнування. Розуміння комунікаційних бар'єрів, управління ними та їх мінімізація є критично важливим для забезпечення чіткості, точності та ефективності комунікації в організаційному та особистому контекстах. В таблиці 1.1 представлено класифікацію комунікаційних перешкод в процесах комунікацій.

Таблиця 1.1

Комунікаційні перешкоди в процесах комунікацій

Тип комунікаційної перешкоди	Підтип комунікаційної перешкоди	Опис
1	2	3
Шум	Фізичний шум	Вплив зовнішнього середовища, як-то гучний фон, технічні перешкоди, які ускладнюють слухання або розуміння повідомлення.
	Психологічний шум	Внутрішні емоційні та психологічні стани, як-то стрес, тривога, які заважають сприйняттю повідомлення.

1	2	3
	Семантичний шум	Невідповідність між значенням слів, які використовуються відправником і отримувачем, що призводить до неправильного розуміння.
Перешкода сприйняття	Стереотипи та упередження	Сприйняття повідомлень через призму особистих упереджень або стереотипів.
	Культурні відмінності	Різні культурні контексти, що можуть призводити до непорозумінь.
	Попередній досвід	Попередні переживання та знання, що впливають на інтерпретацію нової інформації.
Мовна перешкода	Використання технічних термінів	Складні технічні терміни або жаргон, які не зрозумілі всім учасникам комунікації.
	Відмінності у мовленні	Діалекти, акценти та мовні стилі, які можуть викликати труднощі у розумінні.
Емоційна перешкода	Емоційний стан	Почуття гніву, страху, радості, які можуть вплинути на точність і сприйняття повідомлення.
	Міжособистісні конфлікти	Особисті конфлікти між учасниками комунікації, що заважають відкритому та чесному обміну інформацією.
Організаційна перешкода	Недостатня структура комунікації	Відсутність чітких каналів та процедур обміну інформацією.
	Ієрархічні перешкоди	Різні рівні влади та підпорядкування, що обмежують відкритий обмін інформацією.
Технологічна перешкода	Технічні проблеми	Несправності обладнання (зламаний мікрофон, камера, сервери). Проблеми з інтернет-з'єднанням (низька швидкість, нестабільність). Збій в роботі програмного забезпечення (зависання, помилки).
	Невідповідність технологій	Використання несумісних платформ для комунікації (різні месенджери, формати файлів). Відсутність централізованої системи управління комунікацією.

1	2	3
	Відсутність навичок у користувачів	Недостатнє розуміння принципів роботи програмного забезпечення. Відсутність досвіду у використанні нових інструментів (CRM, ERP, відеоконференцій).
	Інформаційне перевантаження	Надмірна кількість повідомлень у різних каналах (електронна пошта, чати, документи). Відсутність структуризації інформації.
	Проблеми з кібербезпекою	Ризик витоку конфіденційної інформації через ненадійні інструменти.

Отже, перешкоди або бар'єри мають свої ознаки та впливають на комунікаційний процес, руйнуючи його. Результатом такого впливу може бути:

- *Зниження ефективності.* Інформація може бути неповною, неправильною або затриманою, що ускладнює прийняття рішень.
- *Погіршення відносин.* Непорозуміння можуть призвести до конфліктів та втрати довіри між учасниками комунікації.
- *Втрата продуктивності.* Наслідок неясних або неправильних інструкцій, що можуть призвести до помилок та повторної роботи.
- *Зниження мотивації.* Постійні проблеми у комунікації можуть де мотивувати працівників та знизити їхню залученість.

1.3. Організаційні комунікації з використанням засобів віртуалізації

Розробка та впровадження розробниками екосистем, які забезпечують комунікації в організаційному та командному аспектах, дозволило масштабувати цифрові комунікації в діяльність організації в цілому. З огляду на такий розвиток інструментальних засобів забезпечення комунікацій виникла необхідність опису, класифікації та аналізу різного роду комунікацій всередині організації. Виходячи з топології та специфіки функціонування організацій можуть застосовуватись різні системи комунікацій. Для розробки та реалізації ефективних систем комунікації

проектно-орієнтованих організацій необхідно провести аналіз теорій організаційних структур в теорії управління для адекватного застосування відповідних інструментів засобів інформаційних технологій [15-17].

Класична організаційна теорія фіксованих структур Вебера. Згідно з цією теорією, організації повинні базуватися на чітко визначених ролях і обов'язках, забезпечуючи ієрархічну, структуровану та впорядковану систему комунікацій. Повідомлення передається згідно з ієрархією фіксованої структури організації, що гарантує ефективність та узгодженість внутрішніх процесів. Таким чином, з точки зору управління проектами, в організації повинен існувати відповідний документ, який чітко описує комунікації як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках, в управлінському аспекті – відправник, одержувач, термін виконання, формат передавання тощо. З точки зору інформаційних технологій, в організації існує документ, який, з огляду на технології, що використовуються в організації, описує систему комунікацій у відповідному форматі. Такий підхід забезпечує те, що робота розподіляється відповідно до компетенцій співробітників.

В теорії передбачено аналіз індивідуальних досягнень та тому як організація використовує їх для досягнення цілей. Принципи відбору персоналу базуються на таких критеріях як кваліфікація та стаж роботи.

Незважаючи на структурований підхід до організаційних комунікацій, серед недоліків даної теорії можна навести такий. В теорії людський фактор зводиться до мінімуму, це може створювати бар'єри для інновацій, гнучкості та врахування емоційних аспектів в процесі комунікацій працівників. Незважаючи на це, теорія стала основою для багатьох подальших концепцій управління, заклавши фундамент для розуміння організаційної поведінки та комунікації.

Теорія організаційного контролю Томпкінса і Чейні. Згідно з теорією розрізняють чотири види контролю того як організації здійснюють владу всередині, а, отже, і комунікації. Чотири типи контролю визначають від простих моделей комунікацій організації до формалізованих підходів, де кожен співробітник повинен знати, що від нього очікують, з огляду на стратегію розвитку організації:

- *Прямий контроль.* Традиційний ієрархічний контроль, що базується на безпосередньому нагляді та контролі.
- *Технологічний контроль.* Впровадження технологій регулює виконання завдань. Програмне забезпечення може обмежувати свободу комунікацій працівників та спричиняти певні обмеження впродовж виконання проєктів.
- *Бюрократичний контроль.* Базується на правилах і процедурах, які стандартизують роботу та поведінку працівників. Це дозволяє досягати передбачуваності та ефективності в системі комунікацій.
- *Консервативний контроль.* Вид контролю, що виникає в групах, де співробітники самі встановлюють норми поведінки і стежать за їх виконанням. Контроль стає внутрішнім, базуючись на спільних цінностях і відповідальності перед командою.

Теорія менеджменту Дітца. Відповідно до цієї теорії, організаційні структури та системи комунікацій в них акцентують увагу на необхідності врахування та представлення різних точок зору й інтересів, які існують у межах організації, а також на їхньому вираженні через комунікацію.

Теорія пропонує інструменти для розкриття прихованих інтересів і їхнього впливу на організаційні процеси. Таким чином, модель Дітца не лише розширює традиційне уявлення про організаційний контроль, але й пропонує нові способи інтеграції людських прагнень у структури сучасних організацій.

Отже, з огляду на розвиток управління проєктами під впливом ключових тенденцій віртуалізації та розвитку лідерства, моделі організаційних комунікацій повинні враховувати дані аспекти. Ця тенденція стала особливо помітною завдяки технологічному прогресу й глобальним подіям, як-от пандемія COVID-19 [18]. Для ефективного функціонування таких команд необхідними стали спеціалізовані програмні інструменти, зокрема платформи для управління проєктами (Asana, Trello, Jira), засоби комунікації (Slack, Microsoft Teams, Zoom) і хмарні сервіси для співпраці (Google Workspace, Miro) а також інструменти для спільної роботи на основі соціальних медіа такі як Huddle, Yammer, Teambox [19].

Попри переваги, віртуалізація робочого простору супроводжується численними викликами. Комунікація у таких умовах потребує впровадження чітких протоколів, регулярних віртуальних зустрічей і поєднання синхронних та асинхронних засобів спілкування. Для полегшення співпраці важливо використовувати інструменти, які дозволяють редагувати документи в реальному часі й ефективно координувати дії членів команди. Врахування особливостей роботи за різними часовими поясами, що може стати додатковою складністю, вимагає застосування гнучкого графіка роботи й інструментів для асинхронних оновлень. Серед переваг віртуалізації можна навести такі: організації отримують доступ до пулу трудових ресурсів за різними кваліфікаціями, оптимізують витрати на утримання офісів та відрядження робітників, працівники користуються більшою гнучкістю, що позитивно впливає на баланс між роботою та особистим життям.

В сучасних системах комунікацій роль керівника проєкту змінюється. Фаховий керівник проєкту не лише виконує управлінські функції а ще має бути лідером, здатним мотивувати та надихати членів команди на досягнення результату. Емоційний інтелект стає ключовою рисою для розуміння та управління як власними емоціями, так і емоціями членів команди. Успішне лідерство, як менеджера, так і учасників в середині віртуальної команди, передбачає володіння такими навичками, як чітка комунікація, швидке та обґрунтоване прийняття рішень, конструктивне вирішення конфліктів і адаптивність. Серед сучасних підходів до лідерства виокремлюють: трансформаційне лідерство [20-22], яке мотивує команду досягати найкращих результатів; підхід лідер-слуга, що ставить у пріоритет потреби команди, та гнучке лідерство, яке сприяє постійному вдосконаленню роботи членів команди впродовж виконання проєкту. Розвиток потенційних лідерів також є невід'ємною частиною сучасного управління проєктами. Організації інвестують у навчальні програми, наставництво та курси розвитку, зосереджуючись на стратегічному мисленні, емоційному інтелекті та ефективній комунікації.

У віртуальному середовищі керівники мають будувати довіру через прозорість, регулярні взаємодії та визнання досягнень. Управління гібридними командами потребує забезпечення рівного доступу до ресурсів і можливостей для

всіх членів колективу, незалежно від місця їхньої роботи [23-24]. Постійне навчання та адаптація залишаються критично важливими для успішного керівництва, оскільки вони дозволяють впроваджувати нові технології, методики й практики, для такої адаптації можна використовувати сучасні технології машинного навчання.

Таким чином, управління проєктами базується на поєднанні інноваційних технологій і лідерських підходів. Це забезпечує ефективну роботу розподілених команд і сприяє формуванню сильних лідерів, здатних успішно діяти в умовах віртуального середовища. Підсумовуючи, застосування технологій віртуалізації та сучасних практик лідерства в управлінні проєктами взаємопов'язані, що вимагає збалансованого підходу, який використовує технології для ефективного управління розподіленими командами, одночасно виховуючи лідерів, які можуть спрямовувати командну роботу на досягнення результату. Саме застосування засобів машинного навчання, а саме нейронних мереж, дозволить підвищити ефективність систем комунікацій в командах проєктно-орієнтованих організацій з урахуванням вищезазначених підходів.

1.4. Дослідження комунікацій в командах із застосуванням віртуального середовища

В своїй діяльності проєктно-орієнтовані організації використовують віртуальні середовища для роботи розподілених команд. Однією з особливостей роботи членів команди у віртуальному середовищі є відсутність невербальних підказок, що присутні у взаємодії віч-на-віч, такі як мова тіла та міміка, що може призвести до непорозумінь [25-27] у комунікаціях. Різниця в часових поясах впливає на роботу команд, адже координація зв'язку може бути складною, що потенційно призводить до затримок у виконанні завдань і розбіжностей у термінах виконання [28].

Технологічні бар'єри, що включають проблеми із застосуванням та функціонуванням технологій, наприклад, проблеми з підключенням, можуть перешкоджати ефективній комунікації [29]. Засоби та інструменти комунікацій, такі як відеоконференції (наприклад, Zoom, Microsoft Teams) та обмін миттєвими

повідомленнями (наприклад, Slack), дозволяють спілкуватися у реальному часі, що має вирішальне значення для підтримки згуртованості команди та швидкого прийняття рішень [30]. Асинхронні інструменти, такі як, електронна пошта, програмне забезпечення для управління проєктами, платформи для спільної роботи (наприклад, Google Workspace) підтримують спілкування в різних часових поясах і дозволяють членам команди адаптувати власну продуктивність в залежності від потреб команди [31].

Стратегії віртуального спілкування сприяють формалізації чіткої системи комунікацій, особливо підкреслюється це у так званих структурованих повідомленнях, що зменшує непорозуміння. Регулярні заплановані зустрічі та оновлення щодо їх результатів допомагають інформувати членів команди щодо поточної ситуації з виконанням робіт в проєкті, робити моніторинг та контроль виконання. Розробка корпоративних норм і протоколів комунікацій допомагає встановити чіткі інструкції для спілкування, включаючи час відповіді та бажані канали зв'язку [32].

Розвиток довіри між членами команди та згуртованості команди загалом заснований на застосуванні відповідних методів та прийомів, наприклад, віртуальні вправи можуть допомогти налагодити стосунки та зміцнити довіру між членами команди. Прозорість у прийнятті рішень в команді та відповідна підзвітність між її членами спонукають заохоченню відкритості та підзвітності в проєкті загалом, що може допомогти зміцнити довіру у віртуальному середовищі.

Культурні та мовні відмінності є певною особливістю що може бути присутня у віртуальних командах. Керівнику проєкту необхідно розвивати у членів команди усвідомлення та повагу до культурних відмінностей у стилях і практиках спілкування. Подолання мовних бар'єрів може бути реалізовано шляхом реалізації простих формулювань при спілкуванні та застосування технологій он-лайн перекладів, що допоможе уникати непорозуміння [33].

Навички віртуального лідерства необхідні керівникам віртуальних команд для адаптації різних стилів управління, щоб ефективно спілкуватися та мотивувати

членів команди. Чітке визначення ролей в команді лідером або керівником проєкту гарантуватиме, що кожен розуміє свої обов'язки [34].

Дослідження [35] доводять, що ефективне спілкування у віртуальних командах може підвищити продуктивність, тоді як погане спілкування може призвести до зниження продуктивності та морального духу команди. Віртуальні команди з розвиненою практикою спілкування, як правило, більш інноваційні та кращі у вирішенні проблем завдяки різноманітності поглядів та ідей.

До психологічних та соціальних аспектів можна віднести ізоляцію та залученість. Вирішення почуття ізоляції та забезпечення того, щоб члени команди залишалися залученими та пов'язаними з командою та цілями організації, буде сприяти покращенню роботи таких команд.

Також необхідне сприяння оптимального балансу між роботою та особистим життям, щоб запобігти виснаженню, яке може посилитися через розмивання кордонів у віртуальному робочому середовищі.

1.5. Аналіз моделей штучного інтелекту щодо застосування в дослідженні

Для реалізації та вирішення особливостей в системах комунікацій із застосуванням віртуального середовища необхідно дослідити моделі та методи засобів штучного інтелекту з огляду на доцільність їх застосування. Щоб застосувати адекватні методи машинного навчання в рамках дослідження необхідно розуміти які саме моделі та методи існують, для того щоб мати змогу адаптувати їх для потреб даного дисертаційного дослідження.

Штучний інтелект (далі – ШІ) охоплює широкий спектр технологій і підходів, які поділяють на категорії залежно від їх можливостей та функціональності. Основними типами штучного інтелекту є, так звані, вузький [36-37] та загальний ШІ. Вузький ШІ, відомий також як слабкий, створюється для виконання конкретних завдань або їх обмеженого набору. Ці системи ефективно виконують функції, але не мають загального інтелекту або здатності розв'язувати завдання за межами своєї спеціалізації. Прикладами вузького ШІ є віртуальні помічники, такі як Siri або Alexa, системи рекомендацій та інструменти розпізнавання зображень. Натомість

загальний штучний інтелект, або сильний ШІ, є концепцією, яка передбачає створення систем, здатних досягти рівня людського інтелекту, зокрема розуміти, навчатися та виконувати будь-які завдання, доступні людині, що може викликати довіру користувача [38]. Такий рівень ШІ наразі залишається науковою метою, і його розробка є однією з найскладніших задач сучасної науки.

Штучний інтелект також класифікують залежно від функціональних можливостей. Серед типів виокремлюють: машинне навчання, обробку природної мови [39-41], комп'ютерний зір [42], робототехніку та експертні системи.

Машинне навчання є підмножиною ШІ [43], що передбачає створення алгоритмів, здатних вдосконалювати свою продуктивність завдяки досвіду та даним. Цей підхід включає контрольоване, неконтрольоване навчання та навчання з підкріпленням. Обробка природної мови дозволяє комп'ютерам працювати з людською мовою – розуміти, інтерпретувати та генерувати її. Такий підхід знаходить застосування у чат-ботах, автоматичному перекладі, розпізнаванні мови та аналізі настроїв.

Комп'ютерний зір спрямований на те, щоб алгоритми машинного навчання могли інтерпретувати візуальну інформацію, як-от зображення чи відео. Ця технологія використовується для таких завдань, як розпізнавання обличч, виявлення об'єктів і забезпечення роботи автономних транспортних засобів. Робототехніка, заснована на ШІ, спрямована на створення інтелектуальних машин, здатних виконувати фізичні завдання та взаємодіяти з навколишнім середовищем, що знаходить застосування у виробництві, охороні здоров'я та інших сферах [44-46].

Експертні системи, у свою чергу, імітують здатність фахівців приймати рішення в певній галузі [47]. Вони застосовуються для діагностики захворювань [48] чи надання рекомендацій у спеціалізованих сферах [49], та представляють собою конкретне застосування ШІ, яке зосереджується на імітації здібностей людини-експерта приймати рішення в певній області. Ці системи створені для вирішення складних проблем шляхом використання знань і здібностей експертів-людей. Штучний інтелект у експертних системах охоплює низку ключових

аспектів, які визначають їхню структуру та функціонування. Основою таких систем є представлення знань, що передбачає збір і структурування інформації від експертів у конкретній галузі. Ця інформація включає факти, правила й евристики, які формують базу знань системи. Центральну роль у роботі експертних систем відіграє міркування на основі правил. Знання, закодовані у вигляді правил типу "if – then", дозволяють імітувати процес прийняття рішень, характерний для людських експертів.

Механізми логічного висновку забезпечують здатність систем робити висновки та приймати рішення на основі вхідних даних і встановлених правил. Для створення такої системи необхідно отримати знання від фахівців, що може здійснюватися через проведення інтерв'ю, аналіз документації або спостереження. Крім того, експертні системи можуть використовувати нечітку логіку для роботи з неточною або неоднозначною інформацією, що дозволяє враховувати ступені істинності та вирішувати задачі з невизначеністю. Певні сучасні експертні системи інтегрують методи машинного навчання, які дозволяють їм навчатися на даних і адаптуватися до змін [50]. Це сприяє підвищенню їх ефективності та гнучкості в роботі. Експертні системи мають широкий спектр застосувань, включаючи медицину, фінанси, інженерію, усунення несправності і підтримку клієнтів. Наприклад, у медичних експертних системах знання лікарів та симптоми пацієнтів використовуються для діагностики захворювань.

Особливістю багатьох експертних систем є наявність засобів пояснення, що дозволяють користувачам зрозуміти, як система дійшла до конкретного висновку чи рекомендації. Це підвищує довіру до системи та забезпечує її прозорість. Водночас експертні системи мають певні обмеження. Вони ефективні в чітко визначених галузях, але можуть мати труднощі у вирішенні складних або нових ситуацій через залежність від попередньо визначених знань. Їхні можливості також обмежені повнотою та точністю бази знань. Серед відомих прикладів експертних систем можна виділити Dendral [51], розроблену для органічної хімії, MYCIN, яка допомагає в діагностиці бактеріальних інфекцій, та XCON [52], що використовується для налаштування комп'ютерних систем. Експертні системи є

важливою частиною штучного інтелекту, демонструючи, як людські знання й досвід можуть бути відтворені в програмному забезпеченні. Хоча їх часто замінюють більш сучасними технологіями машинного навчання, вони залишаються актуальними в галузях, де явні знання є критично важливими. Експертні системи представляють важливу галузь штучного інтелекту, яка демонструє, як людський досвід і прийняття рішень можна відтворити в програмному забезпеченні. Незважаючи на те, що в деяких програмах вони були значною мірою витіснені більш просунутими методами машинного навчання, експертні системи продовжують бути актуальними в окремих областях, де явні знання є вирішальними.

Розпізнавання мовлення є ключовою технологією штучного інтелекту, яка дозволяє комп'ютерам інтерпретувати розмовну мову та перетворювати її на текст. Ця технологія знаходить застосування у голосових помічниках і службах транскрипції, роблячи взаємодію з машинами зручнішою. Ще одним важливим напрямком є автономні системи, зокрема транспортні засоби та дрони, які здатні самостійно приймати рішення і функціонувати без людського втручання. У сфері розваг штучний інтелект активно використовується для створення реалістичних і складних неігрових персонажів в іграх, що значно підвищує занурення у віртуальне середовище.

У фінансовій галузі ШІ стає незамінним інструментом для оптимізації процесів, підвищення точності рішень і загальної ефективності [53]. Алгоритмічна торгівля, наприклад, використовує моделі ШІ для аналізу великих обсягів даних, виявлення закономірностей і швидкого виконання угод, забезпечуючи оптимізацію стратегій і управління ризиками. Обслуговування клієнтів у фінансах також трансформується завдяки віртуальним помічникам і чат-ботам, які швидко реагують на запити, надають консультації та забезпечують персоналізований підхід. ШІ активно використовується для створення робо-консультантів, які аналізують дані клієнтів і пропонують індивідуальні інвестиційні стратегії. У кредитному скорингу ШІ аналізує фінансову історію, витрати та інші фактори, дозволяючи точно оцінювати кредитоспроможність клієнтів. Для боротьби з

шахрайством моделі машинного навчання виявляють аномалії у фінансових транзакціях, що допомагає попереджати порушення. Управління ризиками також не обходиться без алгоритмів ШІ, що оцінюють історичні дані та ринкові тенденції для формування прогнозів. У сфері нормативної відповідності ШІ допомагає автоматизувати перевірки, аналізувати транзакції та створювати звіти.

Прогностична аналітика, ще один важливий напрямок, використовується для передбачення ринкових тенденцій і економічних показників, що є цінним інструментом для інвесторів. Аналіз настроїв дозволяє ШІ оцінювати статті новин і соціальні мережі, щоб визначити ринкові настрої та спрогнозувати можливі зміни. У страхуванні ШІ застосовується для андеррайтингу, оцінюючи ризики та визначаючи страхові премії. Роботизована автоматизація процесів оптимізує рутинні завдання, знижуючи помилки та підвищуючи ефективність. Нарешті, блокчейн у поєднанні зі ШІ забезпечує прозорість і безпеку фінансових операцій, особливо у сфері криптовалют. Інтеграція штучного інтелекту у фінансову сферу та інші галузі стає рушійною силою інновацій, забезпечуючи кращі рішення, вдосконалення досвіду клієнтів та підвищення ефективності.

Штучний інтелект охоплює широкий спектр технологій, які часто поєднують різні методи для досягнення своїх цілей. Ця сфера постійно розвивається, а дослідники та інженери невпинно працюють над вдосконаленням її можливостей і сфер застосування.

Вузький штучний інтелект, або слабкий ШІ, спеціалізується на виконанні конкретних завдань чи обмеженого набору функцій. На відміну від загального ШІ, який теоретично здатен виконувати будь-яке інтелектуальне завдання на рівні людини, вузький ШІ орієнтований на вирішення чітко визначених задач. Такі системи вирізняються вузькою спеціалізацією, що дозволяє їм ефективно виконувати свої функції, однак вони не можуть переносити свої знання чи навички в інші галузі. Наприклад, модель ШІ, розроблена для аналізу медичних зображень, не здатна виконувати завдання мовного перекладу. Їхня ефективність залежить від великої кількості якісних даних, використаних під час навчання. До прикладів вузького ШІ належать вище згадані віртуальні помічники, які розпізнають мову й

виконують прості запити, системи рекомендацій (Netflix, Amazon), алгоритми розпізнавання зображень, автономні транспортні засоби, інструменти мовного перекладу (Google Translate) та системи, спеціалізовані на іграх (Deep Blue, AlphaGo). Вузкий ШІ вже продемонстрував свою практичну цінність у багатьох галузях, допомагаючи автоматизувати процеси, підвищувати ефективність і вирішувати специфічні проблеми.

Загальний штучний інтелект або Artificial general intelligence, далі – AGI, є концепцією, яка передбачає створення системи, здатної імітувати людський інтелект у всіх його проявах. AGI може навчатися, адаптуватися до нових ситуацій, виконувати різноманітні завдання й демонструвати когнітивні здібності, подібні до людських. Він характеризується універсальністю, можливістю працювати в різних сферах, навчатися з досвіду та використовувати здоровий глузд для розв’язання нових проблем. Деякі концепції включають самосвідомість таких систем, однак це залишається предметом філософських дискусій.

Попри те, що AGI досі перебуває на стадії теоретичних досліджень, його створення пов’язане з великими викликами. Серед них – необхідність розуміння природної мови, емоційного інтелекту, адаптивного мислення тощо. Важливим аспектом є забезпечення безпеки AGI, що передбачає вирішення питань машинної етики, потенційного впливу на суспільство та мінімізації ризиків, пов’язаних із появою розумних систем.

Зусилля дослідників спрямовані на те, щоб з одного боку, розширити можливості вузького ШІ, а з іншого – наблизити створення AGI, здатного зрівнятися з людськими когнітивними здібностями. Хоча досягнення загального інтелекту залишається серйозною проблемою, прагнення до цього продовжує стимулювати інновації та розвивати розуміння потенціалу штучного інтелекту.

Інтеграція штучного інтелекту в організаційних комунікаціях може забезпечити досягнення стратегічних цілей, підвищуючи ефективність діяльності організацій та їх технологічну зрілість. Машинне навчання відіграє важливу роль у вдосконаленні комунікаційних процесів, пропонуючи автоматизацію рутинних завдань, таких як управління електронною поштою: здатність відповідати на

поширені запитання, сортувати повідомлення, визначати їхній пріоритет тощо. За допомогою інструментів штучного інтелекту можна автоматизувати завдання щодо планування, координації зустрічей, надсилання нагадування, враховувати різницю в часових поясах в командній роботі тощо. Завдяки швидкому та персоналізованому спілкуванню, ШІ покращує взаємодію з клієнтами, шляхом використання чат-ботів та віртуальних помічників, які забезпечують миттєві відповіді, обробляють декілька запитів одночасно та передають складні питання агентам. Аналізуючи поведінку клієнтів, штучний інтелект створює рекомендації та персоналізує спілкування.

Штучний інтелект стає дедалі популярнішим у сфері прийняття рішень на основі аналізу великих обсягів інформації в системах комунікації, виявляючи настрої та оцінюючи моральний стан співробітників чи задоволеність клієнтів. Завдяки аналізу тенденцій і шаблонів, ШІ допомагає керівникам організацій коригувати стратегії, підвищуючи ефективність організації та її технологічну зрілість. У внутрішніх комунікаціях штучний інтелект сприяє кращій співпраці через платформи для управління документами, автоматизовані переклади в реальному часі та контекстний пошук інформації. Він полегшує доступ до знань і спрощує процеси обміну інформацією всередині організації.

Дотримання політик безпеки та нормативних вимог може покращитись завдяки інструментам ШІ [54-56], що контролюють передачу конфіденційних даних, запобігають їх витоку та виявляють аномальні шаблони зв'язку, які можуть свідчити про загрози безпеці. Залучення та навчання співробітників також вдосконалюється завдяки інтерактивним навчальним програмам, які персоналізують навчальний процес, відстежують прогрес і адаптують контент до потреб кожного. Аналіз комунікаційних моделей дозволяє оцінювати рівень залучення співробітників і визначати проблемні зони.

Ефективність управління проектами також може підвищитись завдяки ШІ, який допомагає координувати завдання, стежити за прогресом і дотриманням дедлайнів. Він прогнозує ризики на основі аналізу комунікацій і історичних даних, що дозволяє команді запобігати проблемам. Таким чином, штучний інтелект стає

ключовим інструментом для підвищення ефективності, точності та інноваційності в комунікаційних процесах.

Висновки до розділу 1

1. Досліджені моделі комунікацій, що можуть стати в нагоді для проєктування та налагодження комунікацій як в контексті управління командами проєктів, так і в організаційному. Отже, вдосконалення методів управління проєктами для досягнення високих результатів у виконанні завдань проводиться через ретроспективний аналіз уже існуючих моделей комунікацій.

2. Проведений аналіз перешкод, що виникають в проєктних та організаційних комунікаціях. Сформована класифікація та опис таких перешкод – бар'єрів у комунікаціях. Формалізовані результати впливу комунікаційних бар'єрів у комунікаціях, що є основою дослідження факторів, що впливають на комунікації.

3. Дослідження організаційної комунікації підкреслюють її ключову роль у досягненні ефективності та продуктивності організації, що використовує віртуальні середовища для роботи проєктних команд. Розвиток інтегрованих систем комунікації, що враховують як внутрішні, так і зовнішні чинники, є важливим завданням для сучасних організацій, особливо в умовах змін і необхідності адаптації.

4. На основі проведеного дослідження комунікації у віртуальних командах можна зробити висновок, що ефективне віртуальне спілкування є ключовим фактором для успішного функціонування таких команд. Відсутність невербальних підказок, різниця в часових поясах, технологічні бар'єри та культурні відмінності створюють значні виклики, які потребують уваги. Водночас, використання сучасних інструментів комунікації, розробка чітких стратегій, побудова довіри та забезпечення прозорості дозволяють долати ці труднощі та сприяють продуктивності й інноваційності віртуальних команд.

5. Ключовими аспектами вдосконалення взаємодії є розвиток навичок віртуального лідерства, встановлення чітких норм взаємодії, підтримка здорового балансу між роботою та особистим життям, а також врахування психологічних і

соціальних потреб учасників команди. Аналіз найкращих практик і помилок дозволяє створювати ефективні стратегії, які забезпечують успішну співпрацю, згуртованість і адаптивність віртуальних команд.

6. Показано, що використання засобів штучного інтелекту є актуальним та підвищує здатність забезпечувати комунікації у проєктно орієнтованих організаціях. Застосування штучного інтелекту забезпечує багатогранний підхід до підвищення ефективності, точності та загальної ефективності проєктних команд. Шляхом автоматизації рутинних завдань, аналізу текстових даних, прийняття рішень на основі цих даних та вдосконалення внутрішньої комунікації засоби штучного інтелекту допомагають організаціям залишатися конкурентоспроможними на ринку та швидко реагувати на потенційні проблеми в комунікаціях. Таким чином доцільно використовувати засоби, так званого, вузького штучного інтелекту, із застосуванням штучних нейронних мереж.

Основні дослідження розділу розкриті в таких публікаціях автора:

1. Концевий В.В., Войтенко О.С., Застосування нейронних мереж в управлінні портфелями проєктів. XV міжнародна науково-практична конференція "PM Kiev '18". Тема: «Управління проєктами в умовах переходу до поведінкової економіки»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв, - Київ: КНУБА, 2018, С.111-113.

Особистий внесок здобувача: визначення ролі та місця щодо застосування засобів штучного інтелекту в галузі управління проєктами, зокрема при вирішенні задач портфельного управління.

1. Концевий В.В., Нейронні мережі для розпізнавання емоцій для покращення систем комунікацій /В.В. Концевий// Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ: КНУБА, 2024. – С. 137-141.

Особистий внесок здобувача: проведений аналіз моделей штучного інтелекту, розглянуте застосування засобів штучного інтелекту в системах комунікацій.

РОЗДІЛ 2. КОНЦЕПТУАЛЬНА МОДЕЛЬ КОМУНІКАЦІЙ З ВИКОРИСТАННЯМ ВІРТУАЛЬНИХ КОМАНД

Для створення моделі комунікацій слід провести аналіз елементів системи комунікацій проектно-орієнтованих організацій та фактори що впливають на їх ефективність. Надалі буде розглянута модель комунікацій на організаційному рівні, запропоновані інструменти штучного інтелекту для аналізу комунікацій та надані рекомендації щодо розвитку організації та підвищення її технологічної зрілості шляхом впровадження інформаційної системи забезпечення комунікацій організації.

2.1. Дослідження елементів системи та факторів, що впливають на комунікації

Комунікації в проектно-орієнтованих організаціях є запорукою успішної роботи, адже від них залежить вміння впроваджувати нові процеси, забезпечувати швидкість та ефективність прийняття рішень, реагування на проблеми, що виникають під час роботи організації, вміння ідентифікувати та запобігати ризикам. Налагоджена ефективна система управління комунікаціями має значний вплив на результат проекту, оскільки вона передбачає формальне та неформальне спілкування на різних рівнях в організації. Інформація або ідеї передаються між керівником проекту та його командою, тому спілкування включає всі дії та поведінку цих осіб. Комунікації проекту повинні надавати можливості давати вказівки, проводити зустрічі та передавати інформацію та ідеї членам команди проекту, менеджерам, клієнтам, підрядникам, менеджерам, зацікавленим сторонам і зовнішньому персоналу. Ефективне спілкування сприяє обміну знаннями, що позитивно впливає на роботу в проекті та діяльність організації загалом.

Проектно-орієнтовані організації мають певні особливості у комунікаціях, оскільки люди об'єднуються в робочі групи на обмежений час відповідно до тривалості проекту, перевага віддається горизонтальному управлінню, командній співпраці. Комунікація впродовж виконання проекту відіграє важливу ролі у

кінцевому успіху [57], тому їй приділяється особлива увага. Проектно-орієнтовані організації мають специфічні стратегії, організаційні структури та методи управління проектами, програмами та портфелями. Люди оцінюють можливості щодо комунікацій та вибирають яким чином взаємодіяти з певними інструментами або технологіями [58], та яким чином впливати на них.

Елементами системи комунікацій виступають члени команди проекту, які отримують призначення на виконання відповідних робіт – внутрішнє оточення системи комунікацій проекту. Разом з тим, виконання робіт може викликати необхідність комунікацій із зовнішніми зацікавленими сторонами проекту як всередині організації, так і ззовні – зовнішнє оточення системи комунікацій проекту.

За результатами досліджень першого розділу можна виділити такі основні елементи системи комунікацій проектно-орієнтованих організацій з точки зору виділення ролей у процесі комунікації:

- відправник/джерело інформації;
- отримувач інформації;
- канал зв'язку.

Таким чином, можна визначити концептуальну модель системи комунікацій віртуальних команд, що зображена на рис. 2.1, в якій центральним елементом виступає команда проекту. При цьому виділені внутрішнє та зовнішнє середовища комунікації по відношенню до команди проекту. Кожен член команди проекту впродовж виконання робіт проекту може бути як відправником, так і отримувачем інформації. При цьому, для забезпечення передавання інформації може бути задіяно кілька каналів зв'язку – третій елемент системи комунікацій проекту.

Для забезпечення комунікацій із зовнішнім оточенням проекту можуть бути задіяні як керівник проекту, так і відповідні фахівці команди.

Для аналізу системи комунікацій необхідно дослідити, які фактори можуть впливати на ефективність передавання інформації в системі за різними ознаками. Слід зазначити, що в моделі окремо не позначені перешкоди (шум, спотворення, помилки тощо), які можуть виникати в процесі комунікації, оскільки джерелом

виникнення таких «шумів» можуть бути причини різного роду та джерела – відправник, отримувач або канал зв'язку.

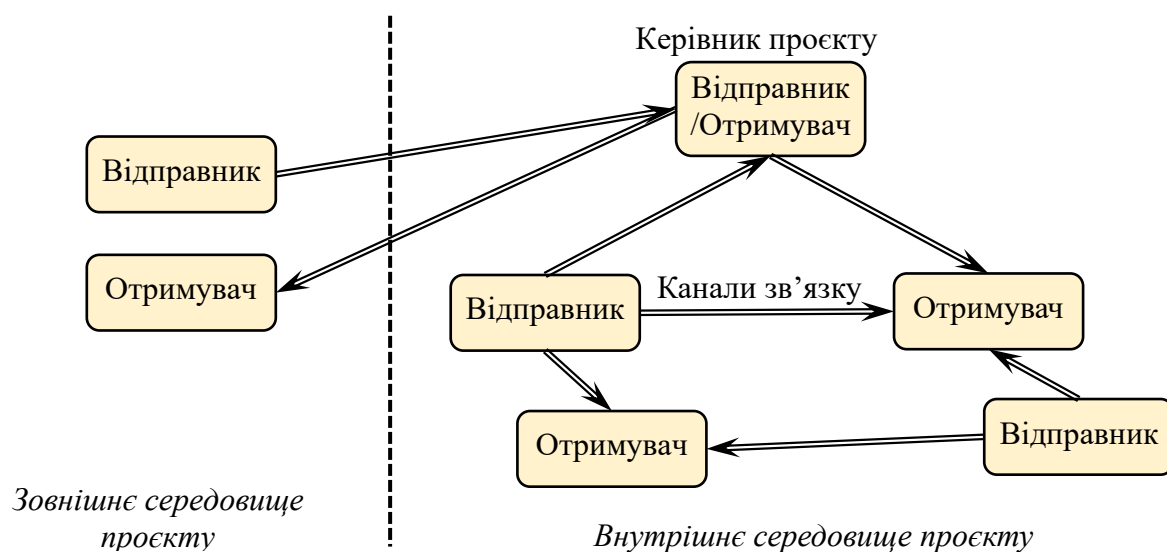


Рис. 2.1. Концептуальна модель комунікацій віртуальних команд.

Отже, для опису факторів, що впливають на ефективність системи або перешкоджають комунікаціям пропонується розділити їх на чотири галузі або домени.

А. Комунікаційне середовище. Це середовище, в якому відбуваються комунікації в організації чи проєкті, що визначені відповідним корпоративним стандартом. Воно охоплює різні фактори, які формують спосіб сприйняття, проведення та інтерпретації комунікацій. Саме середовище впливає на те, як повідомлення передаються, отримуються та розуміються різними зацікавленими сторонами в організації. Ця концепція охоплює як формальну, так і неформальну динаміку спілкування, а також культурні та структурні елементи, які впливають на потік інформації. Ключові компоненти комунікаційного середовища або його під домени такі:

- *А.1. Організаційна культура:* спільні цінності, переконання, норми та поведінка, що визначають, як люди взаємодіють і спілкуються в організації.
- *А.2. Організаційна структура:* ієрархічний розподіл ролей, обов'язків і форматів звітності в організації.

- *А.3. Стили лідерства:* підхід до лідерства, затверджений керівництвом, може впливати на моделі спілкування [59-60].
- *А.4. Норми спілкування:* шаблони спілкування, які визначають, як і коли поширювати інформацію.
- *А.5. Мова та термінологія:* специфічний термінологічний базис та мова, які використовуються в організації.
- *А.6. Технології та інструменти:* використовувані методи та комунікаційні технології, такі як електронна пошта, програмне забезпечення для управління проектами, програми обміну повідомленнями та засоби відеоконференцій.
- *А.7. Фізичне оточення:* планування робочих місць і наявність місць для зустрічей і дискусій можуть впливати на те, як відбувається комунікація.
- *А.8. Культурне розмаїття:* культурні відмінності можуть впливати на стилі спілкування та уподобання.
- *А.9. Довіра та психологічна безпека:* рівень довіри та безпеки в організації впливає на те, наскільки вільно люди діляться своїми думками, не зважаючи на негативні наслідки.
- *А.10. Минулий комунікаційний досвід:* минулі комунікаційні успіхи та невдачі можуть сформувати поточну комунікаційну практику та очікування.
- *А.11. Залучення зацікавлених сторін:* залучення різних зацікавлених сторін, таких як клієнти, клієнти, партнери та регулятори, може вплинути на динаміку комунікації.

Позитивне середовище спілкування сприяє ефективному обміну інформацією, співпраці та вирішенню проблем. І навпаки, негативне або токсичне середовище спілкування може призвести до непорозумінь, конфліктів і перешкод на шляху прогресу. Успішні організації визнають важливість розвитку здорового середовища спілкування, яке відповідає їхнім цілям, цінностям і місії.

В. Комунікаційні процеси. Комунікаційне середовище створене для забезпечення процесів, що використовуються для передачі, отримання та обміну інформацією всередині організації або між окремими особами чи групами. Процес комунікацій розглядається як передавання інформації, ідей, інструкцій і зворотного

зв'язку, забезпечуючи ефективну співпрацю, прийняття рішень і координацію. До ключових компонентів процесу комунікацій належать:

- *В.1. Формування ідеї:* початковий процес спілкування, починається коли відправник має ідею, що потрібно повідомити, на яку впливає комплекс факторів, що оточують відправника.
- *В.2. Кодування:* ідея що закодована в слова, символи та жести, які передають значення задане відправником.
- *В.3. Вибір каналу:* визначення середовища для передачі повідомлення у процесі комунікації.
- *В.4. Декодування:* процес обробки прийнятої інформації для визначення до його передбачуваного відправником значення.
- *В.5. Зворотній зв'язок та опитування:* збір інформації та думок від членів команди за допомогою опитувань, особистих розмов, повідомлень.

Системи зв'язку можна адаптувати відповідно до потреб різних організацій і команд. Вони можуть варіюватися від простого обміну повідомленнями в невеликій команді до складних інтегрованих програмних систем на великих підприємствах. Порушник у системі зв'язку, несумісний з цілями організації, сприяє спотворенню інформації, не підтримує співпрацю та подовжує час поширення інформації.

С. Канали комунікацій. Вибір таких каналів обґрунтовується необхідністю застосування різних методів і шляхів, за допомогою яких інформація передається між окремими особами або групами всередині організації. Вони надають засоби обміну ідеями, даними, інструкціями та відгуками, забезпечуючи ефективне спілкування та співпрацю. Канали комунікацій можуть включати як традиційні, так і сучасні методи, а також технології, що полегшують обмін інформацією. Канали зв'язку включають:

- *С.1. Спілкування віч-на-віч:* прямі взаємодії, коли люди спілкуються особисто.
- *С.2. Письмова комунікація:* електронні листи, записки, звіти, листи та документи.

- *С.3. Вербальне спілкування:* вербальне спілкування, по телефону, під час відеоконференцій або під час відповідних дискусій.
- *С.4. Цифрова комунікація:* комунікація, яка відбувається через цифрові платформи, включаючи обмін миттєвими повідомленнями, програми для чату та засоби відеоконференцій.
- *С.5. Електронні документи:* передавання або спільний доступ до електронних документів за допомогою таких платформ, як Google Docs або Microsoft SharePoint.
- *С.6. Презентації:* використання наочних посібників і слайдів для передачі інформації групі зацікавлених сторін на зустрічах, семінарах тощо.
- *С.7. Програмне забезпечення з управління проєктами:* спеціалізовані інструменти, призначені для полегшення спілкування та співпраці між командами проєктів, що дозволяє розподіляти завдання, відстежувати прогрес і обмінюватися документами.
- *С.8. Відеоконференції:* проведення віртуальних зустрічей, що дозволяє учасникам спілкуватися віч-на-віч з віддалених місць.
- *С.9. Телефонні дзвінки:* застосовуються для швидкого обговорення або оновлення інформації.
- *С.10. Дошки:* фізичні або цифрові дошки, які використовуються для розміщення завдань, оголошень, оновлень і важливої інформації.
- *С.11. Інформаційні бюлетені:* документи, в яких публікують оновлення та надають інформацію ширшій аудиторії всередині організації.
- *С.12. Інтранет:* внутрішня мережа або веб-сайт, де співробітники можуть отримати доступ до важливих документів, ресурсів і оголошень.

Вибір каналів комунікації обґрунтовується виходячи з характеру інформації, що передається, терміновості повідомлення, уподобаннях одержувачів та доступності відповідних технологій в організації. Різні ситуації вимагають застосування різних комунікаційних каналів. Отже, організації використовують комбінацію цих каналів, щоб забезпечити безперебійний потік інформації та її своєчасне та зрозуміле досягнення.

Д. Когнітивне спілкування. Домен де розглядаються особистісні навички того, як люди сприймають, інтерпретують, розуміють і передають інформацію під час комунікаційної взаємодії що задається каналом комунікації. Когнітивне спілкування відіграє вирішальну роль у забезпеченні правильного розуміння та передавання повідомлень, сприяючи успішним результатам комунікації [61]. Ключові аспекти когнітивної комунікації включають:

- *D.1. Орієнтація:* здатність швидко розуміти контекст комунікації, включаючи соціальне, культурне та емоційне середовище, у якому відбувається взаємодія.
- *D.2. Увага:* зосередженість на конкретній інформації або стимулі в процесі комунікації, яка включає вибіркове, розподілене та стійке спрямування ментальних ресурсів.
- *D.3. Самоконтроль:* уміння контролювати власні емоції, реакції та поведінку в процесі комунікації для досягнення бажаних результатів та уникнення конфліктів.
- *D.4. Емпатія:* здатність розуміти та емоційно відчувати переживання, емоції та потреби іншої людини.
- *D.5. Здатність до адаптації:* готовність і спроможність змінювати свій стиль спілкування, поведінку чи підхід відповідно до нових умов або ситуацій.
- *D.6. Вирішення проблем:* здатність аналізувати проблеми, що виникають у процесі комунікації, знаходити ефективні рішення та приймати обґрунтовані рішення в динамічному середовищі.
- *D.7. Емоційне зараження:* процес несвідомої передачі та прийняття емоцій між учасниками комунікації, що може впливати на атмосферу та результати взаємодії [39].
- *D.8. Критичне мислення:* здатність об'єктивно оцінювати інформацію, що надходить, аналізувати її зміст, достовірність і релевантність, а також формувати логічні висновки.
- *D.9. Пам'ять:* когнітивна функція, що відповідає за зберігання, відновлення та використання інформації, необхідної для ефективної комунікації.

- *D.10. Гнучкість*: здатність змінювати спосіб мислення, спілкування та поведінки відповідно до нових викликів і змін у комунікаційному середовищі.
- *D.11. Планування та послідовність*: здатність заздалегідь визначати цілі, розробляти стратегії для їх досягнення та організовувати свої дії або комунікацію у логічній та впорядкованій послідовності.

Когнітивні комунікативні навички необхідні для ефективного спілкування в різноманітних контекстах: особиста взаємодія, професійне середовище, спільні проекти тощо. Такі навички допомагають людям точно висловлювати свої думки, розуміти точки зору інших та ін. Ефективне когнітивне спілкування допомагає підвищити ефективність системи комунікацій, запобігати непорозумінням і створювати позитивний клімат у спілкуванні.

2.2. Дослідження елементів системи, що перешкоджають процесу комунікації

Організації в своїй діяльності можуть використовувати різноманітний набір комунікаційних доменів для створення комунікаційної системи в проєкті (див. розділ 2.1). Під час роботи організація може зіткнутися з проблемами комунікації. Різні методи, що використовуються, різні ролі та комунікаційні структури, розподіл обов'язків між декількома ролями призводять до високого рівня складності таких комунікацій. Очевидно, що через вищезазначені фактори існує високий ризик того, що впровадження процесів і стратегій проєктної орієнтації буде невдалим.

Джерелом виникнення перешкод в системах комунікацій може бути безпосередньо один з її ключових елементів – відправник інформації, її отримувач або канал зв'язку. В контексті системи комунікацій це може бути не тільки спотворення, а і незадовільна швидкість передавання та якість інформації. З огляду на це, з точки зору керівника проєкту або організації в системі комунікацій існує певний елемент, який руйнує таку систему.

Щоб покращити систему комунікацій, потрібно спочатку ідентифікувати джерело. Щоб ідентифікувати джерело виникнення перешкод, можна звернути увагу на результати того, як комунікації впливають на проєкт загалом і де в проєкті

ці зміни відображені. Тобто, можна визначити, де в організації джерело перешкод створює зміни, не передбачені системою та які. Наприклад, це може розтягнути процес у часі, збільшити вартість виконання робіт проєкту, знизити якість проєкту або його компонентів. Також можна виділити не тільки сферу впливу в організації, але і тип команди, в якій існує джерело перешкод, воно може бути як всередині команди проєкту, так і ззовні.

Аналіз наукових напрацювань (статті, що індексуються в науково-метричних базах даних та фахових виданнях) стосовно даної проблематики в системах комунікацій показав, що дослідники не зосереджують свою увагу на такому питанні, зокрема в галузі систем комунікацій проєктно-орієнтованих організацій. З огляду на це, необхідно дослідити джерела виникнення перешкод та надати відповідні шляхи вирішення/мінімізації їх впливу в системах комунікацій проєктно-орієнтованих організацій.

Для цього введемо поняття «руйнівник в системі комунікацій» або «дисраптор».

Отже, можна запропонувати аналогію: порівняння руйнівника в контексті спілкування в проєктно-орієнтованих організаціях з елементарною частинкою, такою як атом, яка взаємодіє та може змінювати, а, отже, і впливати на оточення. Таким чином, можна запропонувати наступне визначення терміну дисраптор.

Дисраптор – елемент в системі комунікацій, що перешкоджає процесам обміну інформацією, сприяє її спотворенню, призводить до порушень каналів зв'язків та зниження ефективності системи комунікацій в цілому.

Наявність такого елементу в системі комунікацій призводить до непорозумінь, конфліктів, неефективності та навіть провалу проєкту. Подібно до того, як руйнівник зв'язку впливає на потік інформації та співпрацю всередині організації, елементарна частинка, така як атом, своєю поведінкою може впливати на навколишнє середовище.

У фізиці елементарні частинки є будівельними блоками матерії та відіграють вирішальну роль у формуванні поведінки матерії та енергії. Наприклад, у галузі фізики електрони, протони та нейтрони є елементарними частинками, які

взаємодіють, утворюючи атоми. Атоми, у свою чергу, утворюють молекули, які впливають на властивості та поведінку різних матеріалів і речовин. Поведінка цих частинок може призводити до реакцій, фізичних змін і змін властивостей речовин, з яких вони складаються.

Проводячи аналогію між дисраптором і елементарною частинкою, можна помітити наступну схожість:

- *Вплив на навколишнє середовище:* так само, як поведінка атома впливає на характеристики матеріалу, з якого він складається, поведінка руйнівника зв'язку може змінити комунікаційне середовище організації.
- *Ланцюгові реакції:* в обох випадках невеликі зміни на елементарному рівні можуть призвести до більших наслідків. Поведінка елементарної частинки може спровокувати ланцюгову реакцію хімічних реакцій, тоді як дії комунікаційного руйнівника можуть перерости у масштабні комунікаційні збої.
- *Каталітичний ефект:* таким же чином руйнівник може каталізувати непорозуміння та конфлікти [62], так само як певні частинки можуть каталізувати хімічні реакції.
- *Поширення змін:* як елементарні частинки, так і руйнівники зв'язків можуть впливати на поведінку сусідніх елементів. Рух електронів атома може викликати зміни в найближчих атомах, а дії руйнівника можуть вплинути на динаміку зв'язків тих, з ким вони взаємодіють.

У випадку, коли дисраптором є член команди (відправник та/або отримувач інформації), рівні впливу визначаються займаною посадою в комунікаційній системі. Причинами цього можуть бути невдоволення або нерозуміння комунікаційних технологій, неправильно розподілена роль, сформована невдала комунікаційна структура, де фахівець отримує або неточні дані, або дані із запізненням. У контексті комунікації в межах організації «руйнівник» відноситься до особи або фактору, який порушує або негативно впливає на комунікаційну систему та процеси, що зрештою призводить до проблем в організації.

Виходячи з визначених доменів комунікації, руйнівник може мати різний характер впливу (*Influence*), залежно від певної поведінки, системних проблем або зовнішніх факторів, які перешкоджають ефективній комунікації.

Нижче наведені характеристики характеру впливу дисраптора на систему комунікацій:

- *Технологічні бар'єри (Technological Barriers – TB_i)*: пов'язані з технічними особливостями роботи в організації, що унеможлиблює коректну та своєчасну передачу інформації.
- *Опір змінам (Resistance to Change – RC_i)*: опір новим комунікаційним технологіям, методам або структурам, сповільнення впровадження ефективних комунікаційних практик [63-65].
- *Негатив (Negative – N_i)*: люди, які поширюють негатив, створюють конфлікти, приховують інформацію, спотворюють потік інформації, створюють токсичне середовище спілкування.
- *Мікроменеджмент (Micromanagement – M_i)*: менеджери, які надмірно контролюють спілкування та прийняття рішень, пригнічують автономію команди та перешкоджають виконанню робіт проєкту.
- *Неточна інформація (Incorrect Information – II_i)*: особи, які надають неточну або неповну інформацію, призводять до непорозумінь і неправильних рішень.
- *Відсутність співпраці (Lack of Cooperation – LC_i)*: особи, які не співпрацюють або не бажають ділитися інформацією, перешкоджають міжфункціональній командній співпраці.
- *Домінування в переговорах (Dominating in Conversations – DC_i)*: люди, які домінують в дискусії або не вміють слухати інших, перешкоджають збалансованому та відкритому спілкуванню.
- *Порушення часу (Time Disruption – TD_i)*: люди, чії дії навмисно чи ненавмисно викликають розтягнення процесу в часі.

В таблиці нижче наведена відповідність доменів комунікацій та характеру впливу дисраптора на систему комунікацій.

Матриця відповідності впливу дисраптора на домени комунікацій

Назва домену, піддомену	Технологічні бар'єри	Опір змінам	Негатив	Мікроменеджмент	Неточна інформація	Відсутність співпраці	Домінування в переговорах	Уповільнення часу
1	2	3	4	5	6	7	8	9
А. Комунікаційне середовище								
A.01. Організаційна культура							+	+
A.02. Організаційна структура							+	+
A.03. Стили лідерства				+				
A.04. Норми спілкування							+	
A.05. Мова та термінологія							+	
A.06. Технології та інструменти	+							+
A.07. Фізичне оточення						+		+
A.08. Культурне розмаїття			+					
A.09. Довіра та психологічна безпека						+		
A.10. Минулий комунікаційний досвід				+				
A.11. Залучення зацікавлених сторін						+		
В. Комунікаційні процеси								
V.01. Формування ідеї					+			
V.02. Кодування					+			
V.03. Вибір каналу					+			
V.04. Декодування					+			
V.05. Зворотній зв'язок та опитування					+			
С. Канали комунікацій								
C.01. Спілкування віч-на-віч			+					
C.02. Письмова комунікація			+					
C.03. Вербальне спілкування			+					
C.04. Цифрова комунікація		+						+
C.05. Електронні документи	+	+						
C.06. Презентації	+							
C.07. Програмне забезпечення з управління проектами	+	+						
C.08. Відеоконференції	+							
C.09. Телефонні дзвінки	+							
C.10. Дошки	+	+						
C.11. Інформаційні бюлетені	+	+						
C.12. Інтранет	+	+						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
D. Когнітивне спілкування								
D.01. Орієнтація			+	+				
D.02. Увага			+					
D.03. Самоконтроль			+	+				
D.04. Емпатія			+					
D.05. Здатність до адаптації			+	+				
D.06. Вирішення проблем			+	+		+		
D.07. Емоційне зараження			+	+				
D.08. Критичне мислення			+	+				
D.09. Пам'ять			+					
D.10. Гнучкість			+	+				
D.11. Планування та послідовність			+	+				

Вплив співробітника на піддомени можна представити у вигляді діаграми, де ступінь впливу оцінюється за шкалою від 0 до 10 (див. рис. 2.2), де 0 це відсутність впливу, а 10 – максимальний негативний вплив. Порівнюючи ступінь впливу різних співробітників, можна визначити, хто з них є руйнівником. Наступною задачею даного дослідження буде кількісне обчислення такого впливу.

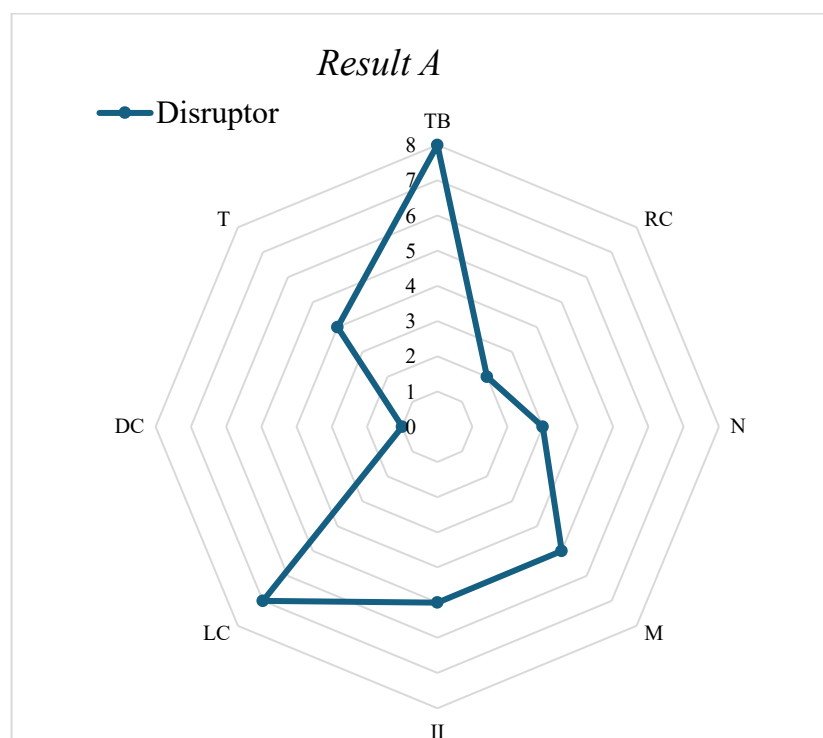


Рис. 2.2. Загальний характер впливу дисраптора.

Наявність руйнівника в системі комунікацій має певні негативні наслідки для проектно орієнтованих організацій:

- *Непорозуміння*: неправильне розуміння, плутанина та невірне тлумачення інформації можуть виникати через наявність «шуму» в каналах комунікацій.
- *Затримка з прийняттям рішень*: неповна або запізнiла інформація може уповільнити процес прийняття рішень, що призведе до втрати можливостей або затримок у проекті.
- *Зниження продуктивності*: збій у спілкуванні може призвести до зниження ефективності, дублювання зусиль та марної витрати ресурсів.
- *Конфлікт і напруженість*: негативна поведінка та наявність комунікаційних бар'єрів можуть призвести до міжособистісних конфліктів і напруженої робочої атмосфери.
- *Втрата довіри*: якщо члени команди не можуть покладатися на точну та своєчасну інформацію, довіра до процесу спілкування та лідерства може зруйнуватися.
- *Невдалі проекти*: неефективне спілкування може спричиняти невдачі проектів, недосягненню цілей і поганим результатам проекту.
- *Незалученість співробітників*: нездорове середовище спілкування може призвести до незалученості та плинності кадрів.

Для виявлення руйнівника необхідно проводити моніторинг систем комунікацій та оцінки їх впливу на діяльність організації. Визначивши проблему, необхідно вжити заходів для її вирішення:

- *Оцінка*: проведення аналізу комунікаційних процесів, вияв недоліків та оцінка їхнього впливу на організацію.
- *Біадаптивна інформаційна система*: організація повинна складатися з двох основних частин. Компетентний персонал і система управління з елементами штучного інтелекту, швидка обробка інформації допоможуть швидко знайти порушника [66].
- *Чіткі очікування*: визначення очікувань щодо спілкування, ролей та обов'язків для зменшення плутанини та непорозумінь.

- *Впровадження технологій*: заохочення використання технологій та інструментів комунікацій, які відповідають потребам організації.
- *Вирішення конфліктів*: швидке вирішення конфліктів, заохочення відкритого спілкування та виконання ролі посередника у суперечках, коли це необхідно.

Подолання впливу руйнівника вимагає комплексного підходу, який поєднує визначення стратегії щодо комунікацій в проєкті, зміну поведінки та вдосконалення системи комунікацій організації в цілому з точки зору методології управління проєктами та застосування відповідного математичного апарату та інструментів, зокрема засобами штучного інтелекту.

Отже, необхідно запропонувати інструментальне рішення для виявлення дисраптора та визначити, який вплив руйнівник може мати на проєктно орієнтовану організацію, на її систему комунікацій.

2.3. Застосування моделей та методів штучного інтелекту в дослідженні

За результатами проведеного аналізу (розділ 1.5) існуючих типів штучного інтелекту для проведення подальших досліджень в межах дисертаційного дослідження був зроблений висновок щодо доцільності використання так званого вузького ШІ, тому що, по-перше, це вузько спеціалізована задача, що не потребує зусиль загального ШІ, і, по-друге, штучні нейронні мережі (далі – ШНМ) є ефективними у багатьох випадках контрольованого навчання. Проте програмування ШНМ вручну може бути складним завданням. Для спрощення процесів розробки, підтримки та масштабування моделей глибокого навчання був створений цілий набір фреймворків. Як показано на рисунку 2.3 популярністю користуються два – TensorFlow та PyTorch. Це ключові інструменти для роботи з моделями штучного інтелекту. Стрімке зростання інтересу до глибокого навчання спричинило значний розвиток та появу нових інструментів машинного навчання. Окрім TensorFlow і PyTorch, активно розвиваються інші платформи, такі як Keras, Chainer, Theano та MXNet, які пропонують функціонал для створення складних архітектур нейронних мереж. З огляду на недостатнє використання таких платформ

на практиці можна зробити висновок про недоцільність їх застосування в межах даного дисертаційного дослідження.

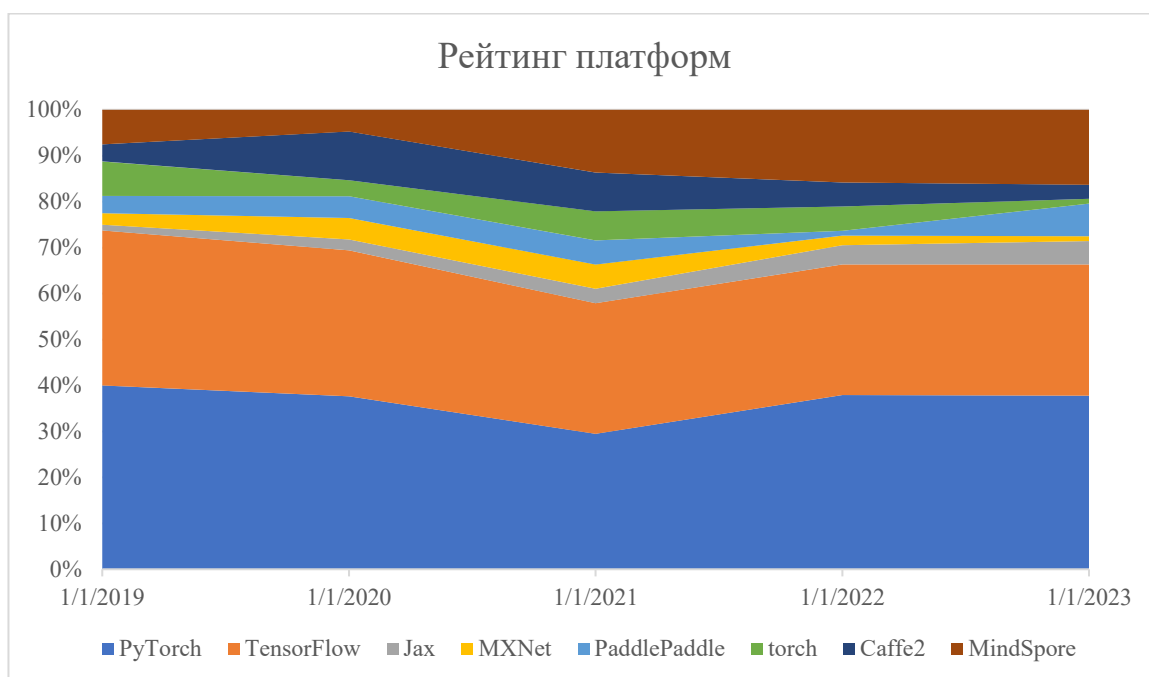


Рис. 2.3. Використання платформ з відкритим вихідним кодом для ШІ.

Ці інструменти надають можливість конструювати нейронні мережі, використовуючи попередньо визначені модулі, такі як шари, функції активації, функції втрат та оптимізатори. Отже, дослідники та розробники можуть зосередитися на створенні інноваційних моделей, а не на низькорівневій реалізації алгоритмів.

Штучні нейронні мережі відіграють ключову роль у вирішенні широкого спектру завдань, таких як: класифікація, регресія, обробка зображень, тексту та звуку. Їх застосовують для аналізу великих і складних наборів даних, де традиційні методи виявляються недостатньо ефективними, таких, наприклад, які допоможуть шляхом аналізу текстових даних визначити дисраптора в системі комунікації. Завдяки нейронним мережам можливо отримувати передбачення щодо перешкод у комунікаціях, автоматизувати процеси обробки даних і розробляти системи, що здатні адаптуватися до нових викликів і сценаріїв.

2.3.1. Порівняння платформ для створення, обслуговування та масштабування моделей глибокого навчання

TensorFlow і PyTorch є платформами для машинного навчання, що підтримують розробку та застосування моделей штучних нейронних мереж. Один з яких можна обрати для проведення дослідження. Для коректності такого вибору варто провести аналіз таких платформ.

TensorFlow – це універсальна платформа з відкритим кодом, створена для реалізації різноманітних завдань машинного навчання. TensorFlow підтримує широкий спектр платформ, мобільних пристроїв та інші середовища виконання.

Основою TensorFlow є математична бібліотека, яка містить операції з базовою арифметикою та тригонометричними функціями, що дозволяє створювати складні моделі глибокого навчання. Завдяки гнучкості та потужності, TensorFlow обрали такі компанії як Google, Uber, Microsoft, а також провідні університети світу.

Keras – це Application Programming Interface (далі – API) високого рівня, інтегроване в TensorFlow, яке спрощує розробку сучасних моделей глибокого навчання. Keras надає інтерфейс, який дозволяє розробникам швидко реалізовувати складні алгоритми машинного навчання.

Для завдань периферійного машинного навчання створена спеціальна версія TensorFlow – TensorFlow Lite (TF Lite), що оптимізована для запуску легких моделей на пристроях із обмеженими ресурсами: смартфони, мікроконтролери та інші вбудовані системи.

TensorFlow Serving забезпечує високу продуктивність і гнучкість при розгортанні моделей машинного навчання у виробничих середовищах. Це рішення підтримує масштабування додатків та інтеграцію з контейнерами через Docker, що робить його зручним для організацій. Для корпоративних проектів, які потребують комп'ютерного зору, платформа Viso Suite автоматизує обслуговування моделей TensorFlow, спрощуючи роботу з великим обсягом даних.

TensorFlow є інструментом для розробки ШНМ, забезпечуючи ефективність та адаптивність для вирішення завдань машинного навчання що має наступні переваги:

- *Підтримка та управління бібліотекою.* TensorFlow підтримується Google та періодично оновлює функціонал. Широко використовується у виробничих середовищах.
- *Відкритий код.* TensorFlow – платформа з відкритим вихідним кодом є доступною для широкого кола користувачів.
- *Візуалізація даних.* TensorFlow має інструмент TensorBoard для графічної візуалізації даних. Це також дозволяє налагоджувати вузли, зменшує зусилля, пов'язані з переглядом усього коду та візуалізувати схеми нейронних мереж.
- *Сумісність із Keras.* Сумісність дозволяє кодувати високорівневі функціональні розділи та надає системні функції TensorFlow (конвеєрне обчислення, оцінювачі тощо).
- *Масштабованість.* Розгортання TensorFlow на окремій машині дозволяє розробляти будь-які системи.
- *Сумісність із мовами програмування.* TensorFlow сумісний з багатьма мовами, наприклад: C++, JavaScript, Python, C#, Ruby та Swift.
- *Наявність власної архітектури.* TensorFlow використовується як бібліотека апаратного прискорення завдяки паралелізму робочих моделей. Платформа використовує різні стратегії розподілу в системах із графічним та центральними процесорами. TensorFlow має свою архітектуру Tensor Processing Unit (далі – TPU), яка виконує обчислення швидше, ніж Graphics Processing Unit (далі – GPU) та Central Processing Unit (далі – CPU). Таким чином, моделі, створені з використанням TPU, можна розгортати в хмарі за нижчою ціною та виконувати швидше. Однак, архітектура TensorFlow TPU дозволяє лише виконувати модель, а не навчати її.

Також слід зазначити недоліки TensorFlow:

- *Бенчмарк тести.* TensorFlow має недостатню швидкість обчислень у порівнянні з конкурентами. Менш зручний у порівнянні з іншими фреймворками.
- *Залежність.* Незважаючи на те, що TensorFlow зменшує довжину коду та полегшує доступ до нього для користувача, він додає рівень складності до його

використання. Кожен код потрібно виконувати на будь-якій платформі для його підтримки, що збільшує залежність виконання.

- *Відсутність символічних петель.* TensorFlow не обробляє автоматично ітерації, які призводять до символічних циклів. Тому його називають низькорівневим API.
- *Відсутність підтримки GPU.* TensorFlow має підтримку лише NVIDIA для графічного процесора та підтримку Python для програмування на графічному процесорі, що є недоліком, оскільки існують інші мови та графічні процесори що використовуються у глибокому навчанні.

TensorFlow Distribution Strategies – це API TensorFlow для розподілу навчання між кількома GPU, кількома машинами або TPU, що дозволяє поширювати існуючі моделі навчання із мінімальними змінами коду.

Платформа **PyTorch** поєднує простоту використання та високу продуктивність, що зробило її оптимальною для використання у дослідницьких завданнях і розробці складних моделей. До особливостей PyTorch відносять імперативний стиль програмування. Вона використовує підхід Pythonic, що дозволяє дослідникам і розробникам створювати, тестувати та налагоджувати моделі в режимі реального часу. Такий підхід полегшує інтеграцію PyTorch із популярними бібліотеками для наукових обчислень при збереженні простоти роботи з кодом і забезпеченні високої ефективності.

Платформа дозволяє виконувати динамічні тензорні обчислення в реальному часі з підтримкою автоматичного диференціювання та апаратного прискорення за допомогою GPU. Це робить PyTorch оптимальним інструментом для прототипування та тестування нових архітектур нейронних мереж. Значна частина ядра PyTorch написана на C++, що дозволяє скоротити накладні витрати та забезпечує продуктивність порівняну з іншими бібліотеками для глибокого навчання.

PyTorch підтримує мобільне розгортання. Платформа забезпечує наскрізний робочий процес для створення та запуску моделей на iOS і Android, включаючи завдання попередньої обробки та інтеграції мобільного машинного навчання. Крім

того, PyTorch є корисним у завданнях обробки природної мови (Natural Language Processing – NLP), дозволяючи створювати інтелектуальні мовні додатки на основі глибокого навчання.

PyTorch підтримує формат Open Neural Network Exchange (ONNX), який забезпечує експорт моделей і сумісність з іншими платформами та інструментами, які підтримують ONNX. Це розширює можливості використання моделей, створених у PyTorch, на різних середовищах виконання. PyTorch використовується у багатьох проектах і додатках, наприклад, Tesla Autopilot – система автономного водіння, або Uber Pyro – платформа для розробки моделей глибокого ймовірнісного моделювання.

Серед переваг PyTorch можна навести такі:

- *PyTorch заснований на Python.* PyTorch розроблений для глибокої інтеграції в код Python, є однією з найпопулярніших мов, що використовуються науковцями з обробки даних, а також для створення моделей та досліджень у галузі машинного навчання.

- *Простота в освоєнні.* Оскільки синтаксис подібний до звичайних мов програмування, таких як Python, PyTorch порівняно легше вивчити, ніж інші фреймворки глибокого навчання.

- *Гнучкість в налаштуванні.* PyTorch можна налагодити та налаштувати за допомогою одного з інструментів Python (наприклад, інструменти pdb та ipdb Python).

- *Динамічні обчислювальні графіки.* PyTorch підтримує динамічні обчислювальні графіки, отже, поведінку мережі можна змінювати програмно під час виконання. Це полегшує оптимізацію моделі та дає PyTorch перевагу перед іншими засобами машинного навчання, які розглядають нейронні мережі як статичні об'єкти.

- *Паралелізм даних.* Функція паралелізму даних дозволяє розподіляти обчислювальну роботу між кількома ядрами CPU або GPU. Просте виконання паралелізму у порівнянні з іншими інструментами машинного навчання.

- *Підтримка.* Платформа має спільноту користувачів та форуми. Документація інтуїтивно зрозуміло організована для початківців; підтримується в актуальному стані з випусками PyTorch і пропонує набір навчальних посібників, простий у використанні, отже, крива навчання для розробників відносно коротка.

- PyTorch пропонує вбудовану підтримку асинхронного виконання колективних операцій і однорангового зв'язку, доступну як з Python, так і з C++.

Недоліки PyTorch:

- *Недостатнє використання моделі у виробництві.* Інші фреймворки на даний час ширше використовуються для реальної виробничої роботи.

- *Обмежені інтерфейси моніторингу та візуалізації.* TensorFlow постачається з інструментом візуалізації для побудови графа моделі (TensorBoard), PyTorch поки не має такого інструменту. Таким чином, розробники можуть використовувати один із багатьох існуючих інструментів візуалізації даних Python або зовні підключатися до TensorBoard.

PyTorch не є наскрізним інструментом розробки машинного навчання. Розробка фактичних додатків вимагає перетворення коду PyTorch в інший фреймворк, такий як Caffe2, для розгортання додатків на серверах, робочих станціях і мобільних пристроях.

Порівняння продуктивності PyTorch і TensorFlow

Наведений нижче тест продуктивності на рисунку 2.4 має на меті показати загальне порівняння продуктивності PyTorch в одномашинному режимі шляхом порівняння його з фреймворком глибокого навчання TensorFlow на основі графів. На рисунку 2.4 [67] показано, що пропускна здатність вимірюється в зображеннях за секунду для моделей AlexNet, VGG-19, ResNet-50 і MobileNet, у токенах за секунду для моделі GNMTv2 і вибірках за секунду для моделі NCF. Тест показує, що продуктивність PyTorch краща порівняно з TensorFlow, що можна пояснити тим фактом, що ці інструменти перевантажують більшу частину обчислень на ту саму версію бібліотек cuDNN і cuBLAS.

Framework	Throughput (higher is better)					
	AlexNet	VGG-19	ResNet-50	MobileNet	GNMTv2	NCF
Chainer	778 $\pm$ 15	N/A	219 $\pm$ 1	N/A	N/A	N/A
CNTK	845 $\pm$ 8	84 $\pm$ 3	210 $\pm$ 1	N/A	N/A	N/A
MXNet	1554 $\pm$ 22	113 $\pm$ 1	218 $\pm$ 2	444 $\pm$ 2	N/A	N/A
PaddlePaddle	933 $\pm$ 123	112 $\pm$ 2	192 $\pm$ 4	557 $\pm$ 24	N/A	N/A
TensorFlow	1422 $\pm$ 27	66 $\pm$ 2	200 $\pm$ 1	216 $\pm$ 15	9631 $\pm$ 1.3%	4.8e6 $\pm$ 2.9%
PyTorch	1547 $\pm$ 316	119 $\pm$ 1	212 $\pm$ 2	463 $\pm$ 17	15512 $\pm$ 4.8%	5.4e6 $\pm$ 3.4%

Рис. 2.4. Швидкість навчання фреймворку глибокого навчання для шести моделей

Графіки точності PyTorch і Tensorflow (Рис. 2.5-2.6) [68] показують, наскільки подібна точність двох фреймворків. Для обох моделей точність навчання постійно зростає, оскільки моделі починають запам'ятовувати інформацію, на якій вони навчаються.

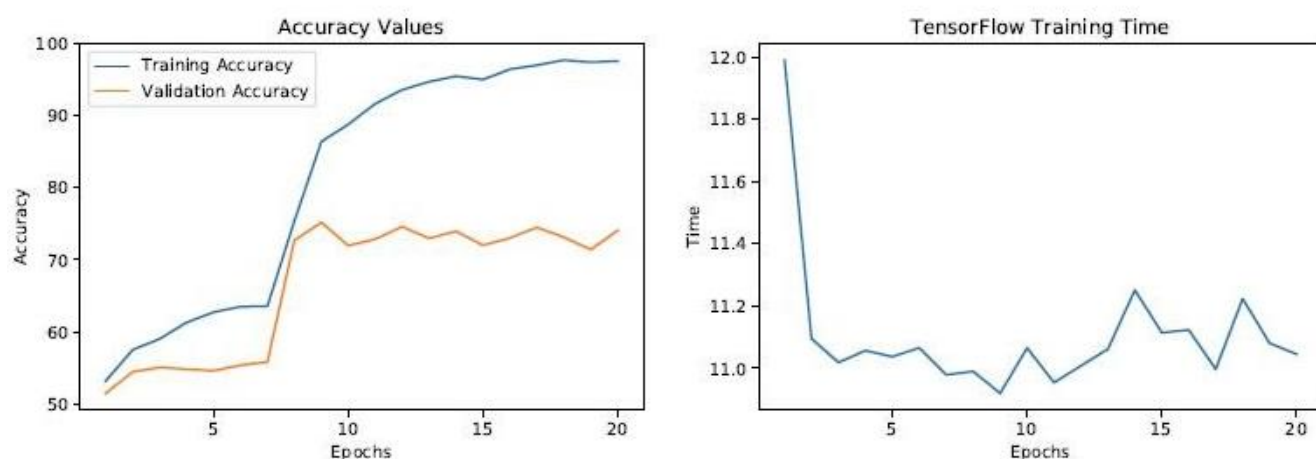


Рис. 2.5. Точність і час навчання TensorFlow.

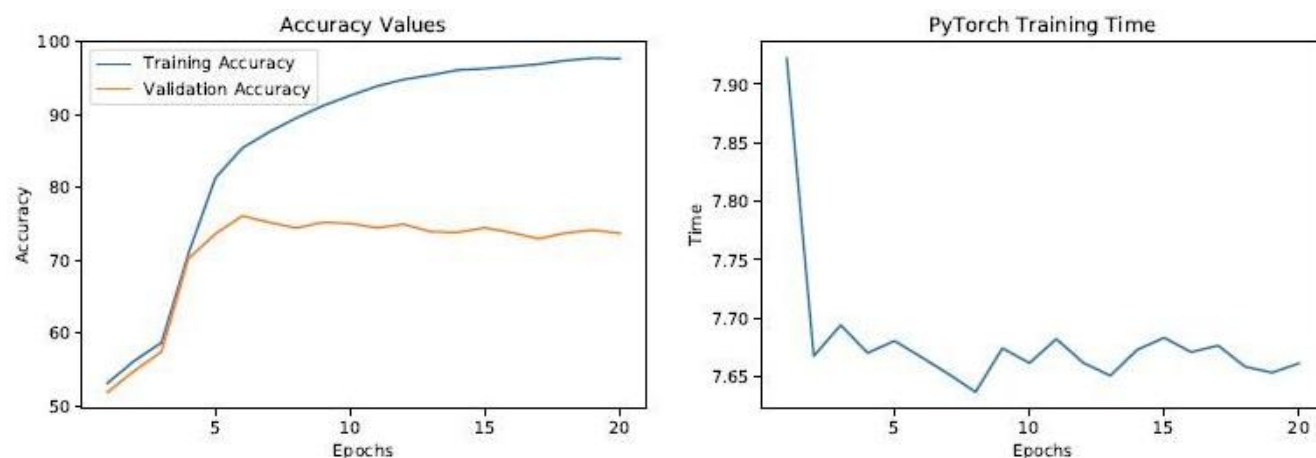


Рис. 2.6. Точність і час навчання PyTorch.

Точність перевірки показує, наскільки модель навчається в процесі навчання. Для обох моделей точність перевірки моделей в обох фреймворках становила в середньому близько 78% після 20 епох. Таким чином, обидва фреймворки можуть точно реалізувати нейронну мережу та здатні давати однакові результати за однакової моделі та набору даних для навчання.

На рисунках 2.5-2.6 також відображений час навчання TensorFlow і PyTorch. Це вказує на значно вищий час навчання для TensorFlow (у середньому 11,19 секунди для TensorFlow проти PyTorch із середнім значенням 7,67 секунди). Хоча тривалість навчання моделі змінюється в Google Colab, відносна тривалість між PyTorch і TensorFlow залишається незмінною. Використання пам'яті під час навчання TensorFlow (1,7 ГБ оперативної пам'яті) було значно нижчим, ніж використання пам'яті PyTorch (3,5 ГБ оперативної пам'яті). Обидві моделі мали невелику різницю у використанні пам'яті під час навчання та більше використання пам'яті під час початкового завантаження даних: 4,8 ГБ для TensorFlow проти 5 ГБ для PyTorch.

Об'єктно-орієнтований підхід PyTorch зробив впровадження моделі менш трудомістким. Крім того, специфікація обробки даних була більш простою для PyTorch порівняно з TensorFlow.

З іншого боку, TensorFlow вказує на крутішу криву навчання через низькорівневі реалізації структури нейронної мережі. Отже, його низькорівневий підхід дозволяє використовувати більш індивідуальний підхід до формування нейронної мережі, дозволяючи використовувати більш спеціалізовані функції. Бібліотека Keras високого рівня працює поверх TensorFlow.

Таким чином, бібліотеку Keras високого рівня можна використовувати як навчальний інструмент для навчання основним концепціям. Тоді TensorFlow можна використовувати для подальшого розуміння концепції, викладаючи більше структури.

Порівняння особливостей TensorFlow і PyTorch

Особливість	PyTorch	TensorFlow
Простота використання	Більше синтаксису Pythonic і легше налагоджувати	Крута крива навчання вимагає більше шаблонного коду
Граф динамічного обчислення	Простіше змінювати графік обчислень під час виконання	Граф статичного обчислення потребує перекомпіляції для змін
Підтримка GPU	Підтримку кількох GPU легше налаштувати та використовувати	Підтримка кількох графічних процесорів є складнішою та потребує додаткових налаштувань, є TF API
Підтримка спільноти	Новіша спільнота порівняно з TensorFlow, зростає дуже швидко	Велика та активна спільнота з великими ресурсами
Екосистема	Має менше бібліотек і інструментів порівняно з TensorFlow	Має велику бібліотеку готових моделей та інструментів
Налагодження	Простіше налагодження завдяки синтаксису Pythonic і динамічному графіку обчислень	Налагодження може бути більш складним через статичний графік обчислень
Дослідження	Часто використовується для досліджень завдяки своїй гнучкості та простоті використання	Часто використовується для виробничих програм завдяки своїй швидкості та масштабованості
Математична бібліотека	PyTorch використовує TorchScript для маніпулювання тензорами та NumPy для чисельних обчислень	TensorFlow використовує власну математичну бібліотеку як для роботи з тензорами, так і для чисельних обчислень
Інтеграція Keras	PyTorch не має вбудованої інтеграції Keras	TensorFlow має власну інтеграцію Keras, яка спрощує створення та навчання моделей

Загалом реалізації TensorFlow і PyTorch демонструють однакову точність. Час навчання TensorFlow значно вищий, але використання пам'яті менше. PyTorch дозволяє швидше створювати прототипи, ніж TensorFlow. TensorFlow може бути кращим варіантом, якщо в нейромережі необхідно використовувати спеціальні функції.

Отже, на основі вище перерахованих особливостей була обрана платформа TensorFlow так як вона включає такий інструмент для візуалізації, як TensorBoard що допоможе в процесі даного дослідження. Це спростить відслідкування певних специфічних семантичних зв'язків.

2.3.2. Алгоритми, методи та інструменти для роботи із текстом

Одним із підходів для проведення аналізу тексту засобами машинного навчання з метою його розпізнання є використання рекурентних нейронних мереж (Recurrent Neural Networks – RNN) [69], таких як довга короткочасна пам'ять (Long Short-Term Memory – LSTM) [70] та вентильний механізм (Gated Recurrent Unit – GRU) [71]. Ці моделі спеціалізуються на обробці послідовностей даних. RNN здатні враховувати контекст, аналізуючи кожне слово з урахуванням попередніх слів у реченні. Завдяки цьому вони ефективні для завдань машинного перекладу, синтезу мови та аналізу настроїв.

Разом з тим, сучасні дослідження спрямовані на використання нейронних мовних моделей, так званих трансформерів [72-73], це архітектури BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) та GPT (Generative Pre-trained Transformer). Нейронні мовні моделі – трансформери змінюють підхід до обробки тексту завдяки застосуванню так званого механізму уваги, який дозволяє моделі зосереджуватися на релевантних частинах тексту під час обробки. Це дозволяє досягти необхідної точності у завданнях класифікації, розпізнавання сутностей, аналізу речення та генерації тексту.

Для роботи із текстом використовують також методи векторизації, які перетворюють слова у числові представлення. Одним із поширених інструментів є Word2Vec, який створює векторні представлення слів, що враховують їхній

контекст. Аналогічно, алгоритми GloVe (Global Vectors for Word Representation) і FastText забезпечують додаткові можливості, зокрема врахування морфологічних особливостей слів. Ці методи закладають основу для подальшого аналізу тексту за допомогою нейронних мереж.

Для класифікації тексту можна використовувати згорткові нейронні мережі, які спочатку були розроблені для обробки зображень, але виявилися ефективними для аналізу тексту. ЗНН ефективно вирішують завдання, де необхідно знаходити локальні закономірності, наприклад, класифікація тональності тексту або пошук ключових фраз, що підходить для пошуку областей комунікації на які впливає дисраптор.

Оптимізатор Адама – алгоритм, який використовують в машинному та глибокому навчанні для підвищення продуктивності нейронних мереж, що навчаються. Він поєднує в собі переваги двох інших розширень стохастичного градієнтного спуску: Adaptive Gradient Algorithm (AdaGrad), який ефективно працює з розрізненими даними, та Root Mean Squared Propagation (RMSProp), який ефективно працює з нестационарними завданнями.

Адам розшифровується як Adaptive Moment Estimation (ADAM). Оптимізатор використовує оцінки перших і других моментів градієнтів для адаптації швидкості навчання для кожного параметра. Одним із основних переваг є його здатність автоматично регулювати швидкість навчання за кожним параметром, що призводить до більш ефективної та швидкої конвергенції.

Ключові особливості та переваги оптимізатора ADAM:

- *Адаптивна швидкість навчання:* оптимізатор динамічно регулює швидкість навчання, що дозволяє йому показувати високі результати на практиці в широкому діапазоні задач і архітектурі.
- *Корекція зміщення:* Включає в себе механізм корекції зміщення, який допомагає стабілізувати алгоритм на ранніх етапах навчання.
- *Ефективність використання пам'яті:* На відміну від інших методів оптимізації, Адам ефективно використовує пам'ять, зберігаючи кілька додаткових

векторів параметрів, що робить його придатним для великих наборів даних і моделей.

Практика застосування оптимізатора ADAM. Враховуючи універсальність, оптимізатор широко використовується в різних додатках ІІІ та моделях глибокого навчання, наприклад, при навчанні згорткових і рекуррентних нейронних мереж для завдань класифікації зображень і обробки природної мови.

Хоча інші алгоритми оптимізації, такі як стохастичний градієнтний спуск (англ. Stochastic gradient descent, SGD) і RMSProp, також відіграють важливу роль у машинному навчанні, ADAM широко використовують завдяки адаптивності та відносно низьким вимогам до конфігурації систем.

SGD простий і ефективний та не вимагає ручних налаштувань швидкості навчання, натомість, ADAM автоматизує ці налаштування. З іншого боку, RMSProp та ADAM ефективно обробляють нестационарні завдання, але в RMSProp відсутній механізм корекції зміни, що робить ADAM більш стабільним у специфічних сценаріях обробки завдань.

Основні алгоритми оптимізації ADAM при використанні методу градієнтного спуску орієнтовані на мінімізацію функцій шляхом ітеративного руху в напрямку найбільш крутого спуску. При використанні backpropagation метод обчислює градієнт функції потенціалу відносно ваг, необхідних для навчання нейронних мереж.

Глибокі нейронні мережі є складними моделями, що робить їх більш схильними до перенавчання, особливо коли в наборі даних недостатньо прикладів. Залишена без обробки надмірна модель не зможе узагальнити невидимі випадки. Одним із рішень для боротьби з цим явищем є застосування регуляризації.

Dropout – розрідження (англ. Dropout або DropConnect) – це техніка регуляризації в штучних нейронних мережах шляхом запобігання складній коадаптації даних навчання. Це спосіб усереднення моделі за допомогою нейронних мереж. Цей метод використовують для зменшення перенавчання та для запобігання запам'ятовування в нейронних мережах шляхом випадкового вилучення вибраних нейронів під час фази навчання. Нейрони в наступних шарах не

отримують вагу виключених нейронів під час прямого розрідження, а також не будуть оновлені виключені нейрони під час зворотного розрідження.

Мета множення ваг на ймовірність розрідження полягає в тому, щоб остаточні ваги були однакової сили, а отже, прогнози були правильними. У випадку зворотного розрідження цей крок виконується під час самого навчання. Під час навчання всі ваги, що залишилися після операції розрідження, множать на величину, обернену до ймовірності збереження, тобто $W \times \frac{1}{p}$.

ReLU, або Rectified Linear Unit, є однією з функцій активації в нейронних мережах. Функція ReLU визначається математично як:

$$ReLU(x) = \max(0, x).$$

Відповідно, якщо вхідне значення x є від'ємним або дорівнює нулю, вихід також дорівнює нулю. Якщо ж x є додатним, вихід відповідає самому x . Отже, ReLU залишає позитивні значення без змін, тоді як негативні замінює на нуль.

Перевагою ReLU є здатність долати проблему зникнення градієнтів, яка була характерною для сигмоїдної або гіперболічної тангенсної функцій активації. У випадку використання цих функцій градієнти можуть ставати дуже малими, коли значення активації досягають крайніх меж, що уповільнює або зупиняє навчання мережі. На відміну від них, ReLU зберігає чіткий і стабільний градієнт для позитивних значень, що дозволяє ефективно навчати глибокі нейронні мережі.

ReLU має обмеження. Однією з проблем є так званий «ефект мертвого нейрона». Це відбувається тоді, коли великий негативний вхідний сигнал призводить до того, що вихід нейрона залишається нульовим, отже, він перестає вносити внесок у навчання. В такому випадку для великої кількості нейронів, певні частини мережі можуть стати неактивними. Для вирішення цієї проблеми були розроблені Leaky ReLU, Parametric ReLU (PReLU) та Exponential Linear Unit (ELU), які дозволяють негативним значенням приймати невеликі або адаптивні значення замість нуля. Функція активації використовується в більшості сучасних архітектур нейронних мереж, таких як CNN, RNN і трансформери. Вона сприяє швидшій конвергенції та дозволяє ефективно обробляти великі обсяги даних.

Перенавчання (overfitting) виникає, коли нейронна мережа занадто добре адаптується до тренувальних даних, запам'ятовуючи їх замість того, щоб виявляти загальні закономірності. У такому випадку модель демонструє високу точність на навчальному наборі, але погано працює на нових, невідомих даних. Це відбувається, коли модель є надто складною для обсягу доступних даних або коли вхідні дані містять шум, який модель сприймає як важливі особливості. Для боротьби з перенавчанням використовуються методи регуляризації, такі як L1 і L2-регуляризація, дропаут, рання зупинка навчання та збільшення обсягу тренувальних даних.

Недонавчання (underfitting), навпаки, виникає, коли нейронна мережа є занадто простою для того, щоб адекватно моделювати залежності у вхідних даних. Це може статися через недостатню кількість нейронів або шарів, короткий час навчання або використання непридатних функцій активації та гіперпараметрів. Така модель не тільки демонструє низьку точність на тестових даних, але й погано працює навіть на тренувальному наборі. Для запобігання недонавчанням можна збільшити складність моделі, додавши більше шарів або нейронів, використовувати більш складні архітектури, а також довше навчати модель або покращувати якість вхідних даних.

Оптимальне навчання нейронної мережі передбачає баланс між перенавчанням і недонавчанням, що досягається шляхом правильного підбору архітектури моделі, налаштування гіперпараметрів і використання методів контролю складності.

Дані методи та техніки нейронних мереж відкривають широкі можливості для роботи із текстом, це дозволяє автоматизувати складні процеси аналізу й обробки, від розпізнавання тексту до його класифікації, що підходить для вирішення задач дисертаційного дослідження.

2.4. Організаційні та командні комунікації з врахуванням ролі лідера

Унікальний характер проєктів, специфічні характеристики організаційних структур, склад проєктних команд та інші фактори можуть створити проблеми в

управлінні комунікаціями. З огляду на це необхідно дослідити моделі та методи комунікацій команд проєктів проєкту з урахуванням концепції лідерства й емоційного зараження. ІТ-організації, що працюють з використанням в своїй діяльності віртуальних команд стикаються зі специфічними проблемами в управлінні комунікаціями та пов'язаними з ними процесами передавання інформації, даних та знань. При роботі команд у віртуальному середовищі слід використовувати певні методи, які можуть забезпечити ефективність управління комунікаціями в проєктах.

Одним з факторів, що впливає на успіх проєкту та організації загалом є управління комунікаціями [74]. Унікальність проєкту, особливості структури організації, команди проєкту та інші фактори спричиняють певні труднощі управління комунікаціями. При провадженні діяльності з управління проєктами в організаціях з розробки та впровадження програмних продуктів з використанням проєктного підходу, їм притаманне використання виконавців робіт проєкту, які можуть бути територіально розміщені в різних місцях. Формування структури комунікацій таких проєктів, визначення каналів поширення та аналізу інформації, розробка методів прийняття рішень через використання, так званих, віртуальних команд повинна забезпечувати ефективність та прибутковість проєктів.

Іншим аспектом застосування структури комунікацій віртуальних команд є підвищення їх компетентності та організації в цілому. Можливість фіксації досвіду, отриманих знань та прийнятих управлінських рішень у виконаних проєктах надає організації відчутних переваг щодо вдосконалення компетентності як на проєктному так і на організаційному рівнях. Таким чином підвищується конкурентоспроможність та швидкість реакції організації на зміни зовнішнього середовища.

Стандарти з управління проєктами визначають основним документом щодо комунікацій план управління комунікаціями, що організовує, документує процес та типи комунікацій. Він забезпечує наступне: вимоги до комунікацій; методи; кількість комунікацій через певні проміжки часу; відправника та отримувача інформації. Способи спілкування включають: електронні листи, звіти, прес-релізи,

фасилітовані семінари, JAD-сесії, хмарні технології тощо. План управління комунікаціями вміщує методи отримання інформації та, за необхідністю, інструкції щодо його оновлення впродовж виконання проєкту, а також глосарій проєкту.

Зокрема, PMBoK [75] пропонує наступні вхідні дані (документи) для управління планом комунікацій: статут проєкту, план управління проєктом; реєстр зацікавлених сторін; фактори середовища та інформаційні системи організації.

Такі вхідні документи мають бути базисом щодо створення системи комунікацій в проєктно-орієнтованих ІТ-організаціях.

В дослідженні спілкування в віртуальних командах [76] визначається, що комунікація є концептуальною основою передавання даних та знань і в різних групах вона функціонує по-різному. Також в роботі автори звертають увагу на характер участі учасників у процесі спілкування та розрізняють три форми взаємодії: вербальна, невербальна та комбінована. Представлена модель взаємодії команд де комунікації, довіра та пізнання визначено як процес.

В [77] представлено комплексний огляд та аналіз досліджень віртуальних команд, проведений аналіз результатів лідерства, культурної композиції та використання технологій з порівнянням відмінностей у результатах, пов'язаних з дослідженням типів команд та їх конфігурації. Також визначено, що з плином часу команди, що були сформовані з урахуванням темпераментів та лідерських навичок, були більш ефективними та продуктивними ніж ті, які складались лише з урахуванням технічного завдання. З точки зору сформованої моделі комунікацій, можна стверджувати, що дослідження зосереджуються на лідерстві та культурі учасників групи, як на вхідних даних для її формування, а також враховує поведінковий процес та його зміни, які відбулись під час роботи команди. В дослідженні не описаний спосіб визначення темпераменту та лідерських якостей учасників групи. Таким чином, інструмент для визначення лідера команди, буде корисний для формування ефективної віртуальної команди. Цьому питанню буде присвячений один з пунктів четвертого розділу даного дисертаційного дослідження.

В [78] досліджений вплив співвідношення різних культур в межах групи на засоби комунікації та інформаційні засоби, що використовують учасники віртуальної команди для взаємодії один з одним. Модель комунікацій зосереджена на формуванні колективу з урахуванням культурних особливостей та поведінкового процесу окремих членів команди. Але в ній не розглянуто проблему пошуку лідера в процесі формування команд.

В [79] наведена модель комунікацій, як адаптація моделі input-process-output (IPO), що розроблена McGrath в 1964. Така модель на вході передбачає врахування в команді лідера, врахування навичок та вмінь членів групи та технології, що будуть забезпечувати комунікації в проєкті. На виході отримуємо підвищення як індивідуальних, так і командних навичок та вмінь. Проте в дослідженні описана лише внутрішня взаємодія та не вказано яким чином команда взаємодіє з організацією.

В [80] звернено увагу на вплив правового середовища на роботу віртуальних команд. Правові відмінності виникають через різне розташування членів команди, що потенційно може вплинути на прийняття рішень в команді та її роботу в цілому.

В [81] команди розрізняють за такими ознаками: ефективність роботи команди, продуктивність, навчання та адаптація команди, задоволення процесом праці та самоідентифікація. Ці ознаки в дослідженні називають рівнями віртуальності. Вплив на команду рівнів віртуальності досліджується на так званих вимірах. Застосовуючи три різні виміри (диференціація навичок, стабільність роботи команди та розподіл повноважень), визначено як дані виміри пов'язані з рівнем використання технологічно опрацьованих комунікаційних технологій. Наприклад, продуктивність команди, на різних рівнях віртуальності, може посилюватись авторитетом лідера, централізацією команди, чи мінімальним рівнем диференціації кваліфікації серед членів команди. Що стосується моделі комунікацій, то в даній роботі представлені наступні вхідні дані (табл. 2.3): диференціація навичок, лідерство як диференціація влади; поведінковий процес комунікації та ефективність команди, інновації, навчання та адаптація.

Вплив віртуальності та основних характеристик на команду

Основні характеристики	Ефективність команди	Виступ команди	Командне навчання та адаптація	Задоволеність учасників	Ідентифікація особи в команді
Диференціація навичок	Негативно	Негативно	Негативно	Негативно	Негативно
Тимчасова стабільність	Позитивно	Позитивно	Позитивно	Позитивно	Позитивно
Розмежування влади	Позитивно	Змішано	Негативно	Змішано	Негативно

Джерело: власна розробка автора

Ідея багаторівневого підходу до функціонування лідерства у віртуальних командах була розглянута в [82]. Дослідження віртуального керівництва команди та його вплив на процеси значною мірою зосереджено на рівні команди. На практиці діяльність керівника віртуальної команди також передбачає взаємодію з членами команди, які мають особливе значення, враховуючи, що учасники віртуальної команди часто географічно розсіяні. Отже, необхідно застосовувати комплексний підхід при вивченні віртуального керівництва команди, оскільки поведінка лідера впливає як на віртуальні командні процеси, так і на окремих членів. З цією метою дослідження розширює модель комунікацій, включаючи багаторівневу перспективу, і представляє внесок поведінки лідера як на командному так і на індивідуальному рівні.

2.4.1 Інформаційна система забезпечення комунікацій віртуальних команд в організації

Аналіз джерел показав, що практика застосування віртуальних команд зосереджує увагу на таких питаннях: формування команд та визначення лідера; заміна його внаслідок певних обставин; аналіз та врахування культурних особливостей в роботі віртуальної команди.

Враховуючи вище зазначені питання, доцільно:

- провести аналіз переваг та недоліків віртуальних команд;

- визначити місце інформаційної системи забезпечення комунікацій проєктів із врахуванням організаційного середовища;
- запропонувати концептуальну модель управління системою комунікацій віртуальних команд із позицій їх розвитку та вдосконалення компетентності;
- запропонувати метод визначення лідера віртуальної команди.

Такий підхід дозволить організаціям ефективно використовувати віртуальні команди, вирішуючи критичні проблеми, такі як динаміка команди, лідерство, культурні нюанси та системи зв'язку. Аналізуючи переваги та недоліки віртуальних команд, організації можуть приймати обґрунтовані рішення про те, коли та як їх використовувати, пом'якшуючи потенційні недоліки та максимізуючи вигоди.

Визначення оптимального місця розташування інформаційної системи, що підтримує комунікації проєкту, має вирішальне значення, оскільки це безпосередньо впливає на ефективність і результативність віртуальних команд. Розгляд організаційного середовища забезпечує узгодження з існуючими структурами та процесами, сприяючи бездоганній інтеграції та комунікаційному потоку.

Розробка концептуальної моделі для управління комунікаційною системою віртуальних команд наголошує на постійному вдосконаленні та підвищенні компетенції. Ця модель забезпечує структуру для оцінки поточних практик, визначення областей для вдосконалення та реалізації стратегій для сприяння кращому спілкуванню та співпраці у віртуальних командах.

Запропонувати метод відбору віртуальних лідерів команди має важливе значення для встановлення ефективної динаміки команди та забезпечення згуртованого керівництва. Цей метод має враховувати такі фактори, як лідерські навички, досвід і знайомство з динамікою віртуальної команди, що дозволяє організаціям призначати лідерів, які можуть ефективно керувати викликами керівництва віддаленими командами.

В сучасних умовах інформатизації суспільства та робочого середовища зокрема, роль інформаційно-комунікаційних технологій важко переоцінити. Поява такого інструменту взаємодії, як інтернет технології, дозволяє зацікавленим

сторонам проєкту проводити обмін інформацією та вирішувати різні спільні проблеми.

Одним напрямів із застосування сучасних технологій комунікацій в проєктному середовищі є використання так званих віртуальних команд. Віртуальна команда представляє собою групу людей, які працюють у спільних проєктах з метою досягнення загальних цілей і задач. Вони виконують задачі і завдання в віртуальному середовищі, яке створюється засобами програмних технологій. Саме таку характерну ознаку виконання робіт проєкту можуть мати організації з розробки та впровадження інформаційних технологій.

За останні десятиліття відбулося поширення використання організаціями віртуальних команд, і ця тенденція в майбутньому буде лише зростати. Тому для підвищення конкурентоспроможності, організації повинні звернути увагу на таку організацію роботи. Розглянемо переваги та недоліки застосування віртуальних команд.

Переваги застосування в проєктах віртуальних команд:

- Зниження офісних витрат – учасники мають змогу працювати у віддаленому місці, тому не використовують робочий простір офісу.
- Гнучкість – учасники мають змогу покращити свою особисту організацію роботи.
- Підвищена продуктивність – члени віртуальної команди, як правило, менше витрачають часу на поїздки та зустрічі.
- Підвищена тривалість робочого дня – організації можуть працювати за 24-годинним графіком, враховуючи переваги залучення членів команди з різних країн.
- Залучення досвідчених спеціалістів – організація наймає в команду проєкту досвідчених професіоналів в певній галузі та використовує навички та знання незважаючи на їх територіальну віддаленість.

Недоліки віртуальних команд:

- Технічні проблеми – робота в віртуальній команді залежить від інструментів та засобів інформаційних технологій. Отже, відповідні проблеми

засобів інформаційних технологій можуть впливати на швидкість прийняття управлінських рішень та на ефективність проєкту загалом.

- Проблеми комунікації – невербальна комунікація може призвести до відсутності довіри та обміну знаннями.
- Проблеми побудови компетентної команди – типова віртуальна команда включає учасників, які проводять комунікації для вирішення задач в проєкті. Після його виконання команда розформовується, а члени отримують нове призначення. Віртуальним командам не вистачає часу на знайомство та зв'язок. Це може призвести до непорозумінь та неефективної співпраці.
- Проблеми управління – для ефективного управління командою необхідна чітко налагоджена система управління комунікаціями. Якщо система не досконала, то це може зашкодити команді ефективно управляти проєктом.

З точки зору мінімізації недоліків, застосування віртуальних команд в проєктній діяльності, в організації повинна функціонувати відповідна інформаційна система забезпечення комунікацій, яка буде спонукати її на розвиток з точки зору технологічної зрілості в управлінні проєктами. Саме поступове застосування методів та принципів роботи в проєктному середовищі з огляду на технологічну зрілість (Вимоги – Цілі – Стандарти – Метрики – Стратегія) дозволить організації переходити на чергові рівні технологічної зрілості оптимальним чином (див. рис.2.7).

Переваги при використанні віртуальних команд, на думку автора, переважають недоліки, тому такий метод можна імплементувати в діяльність проєктно-орієнтованих ІТ-організацій. В проєктно-орієнтованій організації значна частина її процесів і заходів відбувається у формі проєктів. Її організаційна структура має елементи матричної, що виконують функцію підтримки виконання проєктів.

У такій організації керівник проєкту має повноваження встановлювати пріоритети та бути керівником ресурсів, призначених для проєкту. При впровадженні використання віртуальних команд в діяльність організації необхідно також визначити для яких цілей вона буде застосовуватись.

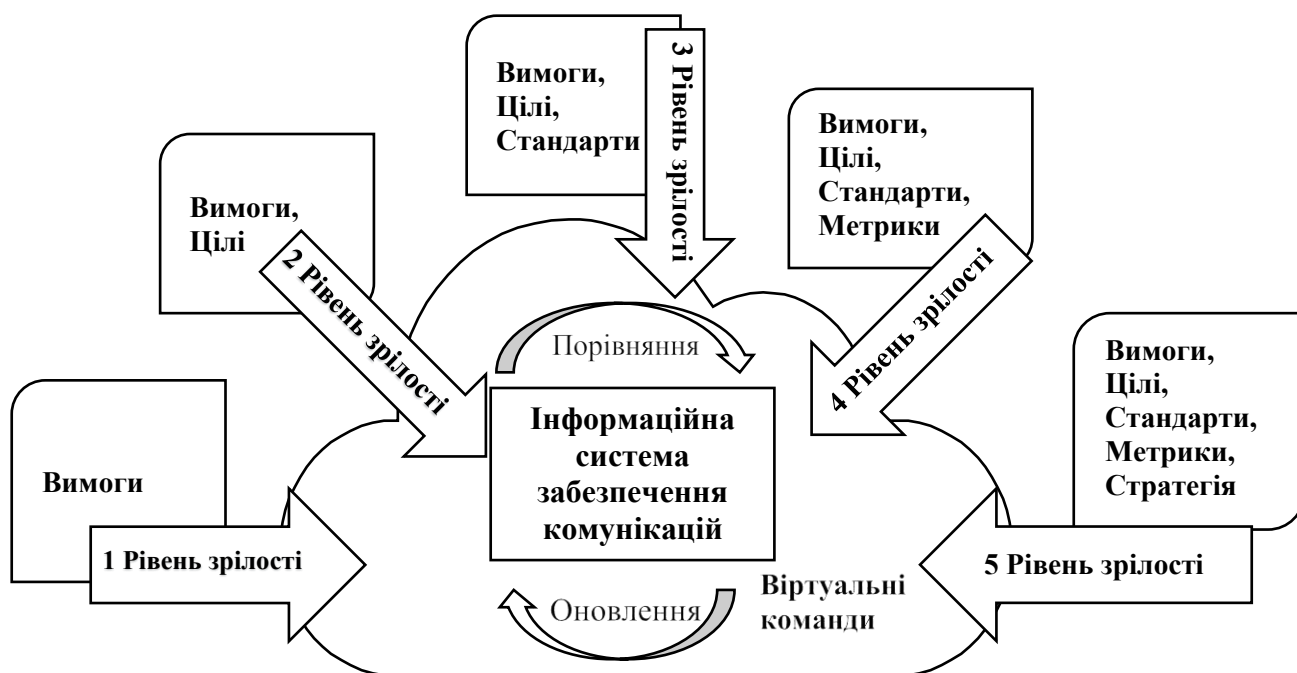


Рис.2.7. Інформаційна система забезпечення комунікацій.

Саме з цією метою в [83] проведено аналіз та класифікацію за характером функціонування віртуальних команд:

1. *Мережеві команди.* Складаються з учасників, що взаємодіють один з одним для досягнення загальних цілей. Мережева команда відрізняється від традиційної організації тим, що склад її учасників постійно змінюється за рахунок того, що її члени беруть участь у проєктній діяльності тільки тоді, коли потрібно їх думку як експертів.

2. *Паралельні команди.* Використовуються для виконання спеціальних завдань або функцій, які звичайна організація не може виконувати. Подібні команди зазвичай комплектуються на короткий період для вдосконалення організаційних процесів або виявлення недоліків в певних аспектах діяльності.

3. *Проектні команди.* Типовий результат роботи такої команди - новий продукт, інформаційна система або організаційний процес. Різниця між проєктною та паралельною командами полягає у можливості приймати певні рішення, а не тільки вносити рекомендації.

4. *Сервісні команди.* Завдання таких команд – супровід і обслуговування основної (операційної та проєктної) діяльності організації.

5. *Команди швидкого реагування.* Обов'язком команд є негайне реагування на надзвичайні або критичні ситуації та інші відхилення в плані виконання робіт.

Однією з особливостей віртуальних команд є відсутність прямого, безпосереднього контакту або взаємодії впродовж виконання робіт проєкту. У віртуальній команді відбувається своєрідна втрата індивідуальності, почуття "я", особистість стає анонімною й узагальненою. У зв'язку з цим виникає ще одна проблема взаємодії – проблема довіри, дослідження якої наведено в [84-85]. Слід відзначити, що час існування віртуальної команди обмежений виконанням проєкту. Існують організації, які часто вдаються до такого виду здійснення робочого процесу.

Враховуючи вище наведені особливості віртуальних команд, необхідно запропонувати шляхи мінімізації таких недоліків. З одного боку, при застосуванні проєктного підходу в ІТ-організаціях, виникають проблеми в управлінні віртуальними командами навіть при наявності плану управління проєктом, плану управління комунікаціями та ін. З іншого боку, така організація повинна чітко дотримуватись визначеної стратегії, контролювати досягнення визначених показників діяльності. Організаційні компетенції – це компетенції, які необхідні організації, щоб вона могла розвиватись і залишатись конкурентоспроможною на ринку. Компетенції забезпечують перелік очікуваної поведінки, навичок і відносин, які призводять до успішної її діяльності. Ці компетенції в значній мірі залежать від компетенцій співробітників організації. Отже, компетентність організації визначається тим, як її співробітники ефективні в своїй роботі, ролях, функціях, завданнях або обов'язках – індивідуальних компетенціях. Вони включають в себе знання, навички та здібності персоналу організації.

Ефективна організація зосереджує свої компетенції на підвищенні ефективності, що дозволяє її співробітникам узгоджувати свої індивідуальні результати з цінностями та стратегією, в той же час максимізуючи індивідуальні результати в досягненні конкретних цілей і поведінки, пов'язаних з роботою. Оскільки як організаційна, так і командна компетентність визначає та спрямовує

розвиток організації, слід запропонувати метод управління віртуальними командами, який забезпечить виконання поставлених стратегічних завдань.

Практика роботи проєктно орієнтованих організацій доводить що для ефективного функціонування та розвитку доцільно використовувати такі фреймворки як COBIT [86] та ITIL [87].

Головною метою фреймворку COBIT є орієнтація на потреби бізнесу. Його розроблено не тільки для використання сервіс-провайдерами ІТ послуг, їх користувачами та аудиторами, але й, що більш важливо, з метою надання універсального посібника для керівництва та власників бізнес-процесів. В основі COBIT лежить принцип, забезпечення даних, яких потребує організація для досягнення своїх цілей. Організація повинна робити інвестиції та надати можливість управління та контролю ІТ ресурсів з використанням структурованої сукупності процесів, що забезпечують необхідною для організації інформацією. Також COBIT дає змогу визначити життєвий цикл організації, що дає змогу її та створити умови для переходу на наступний рівень зрілості.

ITIL надає інструкції постачальникам послуг щодо надання послуг та процесів, функції та інші можливості, необхідні для підтримки послуг. ITIL може бути використаний для підтримки розробки та впровадження процесів управління послугами в рамках системи управління сервісами (service management system – SMS). ITIL можна адаптувати для підтримки різних бізнес-середовищ, окремих організацій та ситуацій.

Для ефективного функціонування віртуальних команд в проєктно орієнтованих організаціях запропоновано об'єднати відповідні процеси з кожного з фреймворків. А саме, з COBIT – процеси з розділу:

DS1.1 «Система управління рівнем надання послуг»; з ITIL – розділ 3: «Розробка послуги». Вони дають можливість здійснення формалізованого процесу управління рівнем надання послуг між замовником та її постачальником. Така система передбачатиме постійне дотримання узгодженості з бізнес-вимогами та пріоритетами, а також сприяти загальному порозумінню між замовником та постачальниками послуг (див. рис. 2.8).

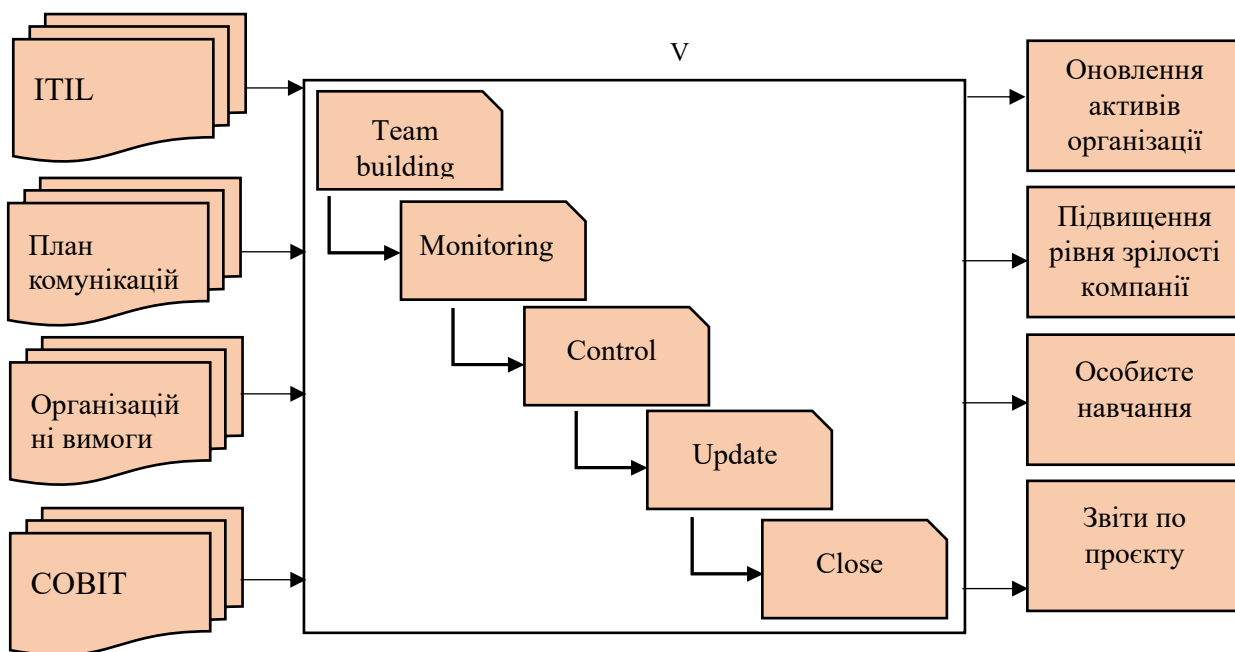


Рис. 2.8 Концептуальна модель управління системою комунікацій віртуальних команд.

Проте, дані фреймворки описують управління комунікаціями лише між замовником і командою, а внутрішній зв'язок вони не розглядають.

Для ефективної комунікації в кожній команді необхідна наявність особи з лідерськими якостями, саме вона зміцнює єдність та забезпечує почуття приналежності в команді [88-89].

Отже, необхідно включати лідера в команду на етапі її формування шляхом його попереднього призначення.

2.4.2 Модель фундаментальних міжособистісних відносин пошуку лідера

Отже, для визначення лідерських якостей членів віртуальної команди використаємо модель фундаментальних міжособистісних відносин орієнтації поведінки Fundamental Interpersonal Relations Orientation – Behaviour, FIRO-B (див. рис.2.9). Рисунок адаптований з дослідження що стосується вимірів міжособистісних потреб та аспектів лідерської поведінки [90].

	Control/ Контроль	Inclusion/ Включення	Affection/ Прихильсть
Expressed Behavior	<i>eC</i>	<i>eI</i>	<i>eA</i>
Wanted Behavior	<i>wC</i>	<i>wI</i>	<i>wA</i>

Рис. 2.9. Области визначення лідера за Моделлю FIRO – В.

На основі моделі розроблена відповідна анкета, за результатами відповідей членів команди можна визначити лідера. Ці навички лідера стають визначальними на різних етапах життєвого шляху віртуальної команди. Одним з висновків після отримання відповідей на запитання анкети може бути рішення про: відсутність лідера у команді; формування нової або переформатування поточної команди проекту; сумісність членів команди щодо спроможності продуктивно працювати.

Отже, для пошуку та визначення навичок лідера слід сумувати показники в вимірах: expressed Control (*eC*), Wanted Control (*wC*), expressed Affection (*eA*) та Wanted Affection (*wA*) з подальшим вибором максимального значення по кожному виміру – це буде лідер за визначеними вимірами, отже, враховуємо для оцінки два числових показники. Значення показників лідера в вимірі Inclusion отримуються шляхом сумування показників Expressed Inclusion (*eI*) та Wanted Inclusion (*wI*) з подальшою нормалізацією значень за виміром для обчислення показника лідерських якостей члена команди.

Нижче описані кроки для пошуку лідера команди з використанням моделі FIRO-B та наведені відповідні формули для обчислення показника лідерських якостей члена команди:

1. Збір даних за допомогою анкети FIRO-B. Учасникам команди пропонують заповнити опитувальник FIRO-B, який оцінює їхні переваги щодо:

- Включення (*Inclusion*). Наскільки людина хоче бути частиною групи та залучати інших.
- Контроль (*Control*). Наскільки людина прагне впливати на інших і контролювати ситуації.
- Прихильність (*Affection*). Рівень емоційної близькості, яку людина прагне в стосунках.

2. **Аналіз результатів.** Результати опитування дають уявлення про бажану і фактичну поведінку кожного члена команди. Лідер, як правило, має:

- Високий рівень контролю: бажання брати відповідальність і впливати на інших.
- Оптимальний рівень включення: працювати самому, залучати інших, але не перевантажувати групу.
- Високий рівень прихильності: готовність підтримувати емоційні зв'язки та взаєморозуміння.

3. **Оцінка вираженої (поточної) та очікуваної (бажаної) поведінки.** Слід оцінити, наскільки фактична поведінка збігається з бажаною. Лідером буде той, хто виявляє поведінку, яка сприяє ефективній взаємодії в команді. А саме:

- має високий рівень контролю (*Control*) та прихильності (*Affection*). За вимірами eC/wC та eA/wA відбувається підрахунок балів за анкетною. Отже, по кожному виміру максимальна кількість балів становить 18;
- має оптимальний рівень включення (*Inclusion*). Необхідність розрахунку оптимального значення за даним виміром викликана тим, що знаходження суми за eI/wI є неправильним підходом, оскільки лідер команди повинен мати баланс у залученні інших членів команди та використанні власних амбіцій. Значення показників за вимірами eI та wI по дев'ять означає, що член команди максимально втручається у роботу команди, використовує методи автократії ($eI=9$) та постійно вимагає від інших членів надмірного залучення ($wI=9$) чим відволікає від роботи команду. Таким чином, цільове значення показника за виміром включення є 9 – член команди сам працює ефективно та залучає інших.

При обробці анкети за даним виміром максимальне значення може бути 18, а цільове значення 9. Таким чином, при розрахунку оптимального рівня включення, для нормалізації показника до значення 18 та з метою подальшого визначення лідерських якостей за трьома вимірами слід використати відповідну функцію. Для нормалізації показника пропонується використати нелінійну функцію розподілу отриманих балів за виміром, що сходиться у вершині 9 – максимальне значення на графіку, що представлений на рис. 2.10, отже функція для оцінки виміру включення повинна мати максимум у точці 9 і спадати в обидва боки.

Необхідність застосування нелінійного розподілу для обчислення оптимального рівня включення викликана тим, що чим ближче оцінка певного члена команди за цим виміром до ідеальної (дев'ять балів), тим більш бажаними будуть такі якості в командній роботі. Отже функцію можна представити таким чином:

$$F = 18 - k(x - 9)^2 \quad (2.1)$$

де:

F – числова оцінка включення лідера;

x – вхідне значення (в межах $[0,18]$);

9 – бажане значення включення лідера;

k – коефіцієнт, що визначає швидкість спадання функції (зменшення значення при віддаленні від 9);

18 – кількість балів у вимірі включення;

Графік цієї функції представлено на рис 2.10. Якщо відомо значення функції, то можна обчислити коефіцієнт k . Щоб правильно знайти коефіцієнт у формулі потрібно визначити k так, щоб при значеннях що дорівнюють 0 та 18 значення функції F дорівнювало 0.

Підставимо значення в рівняння, за умови що $F = 0$ та $x = 0$

$$0 = 18 - k(0 - 9)^2$$

$$0 = 18 - k * 81$$

$$k = \frac{18}{81} = \frac{2}{9} = 0.222222222$$

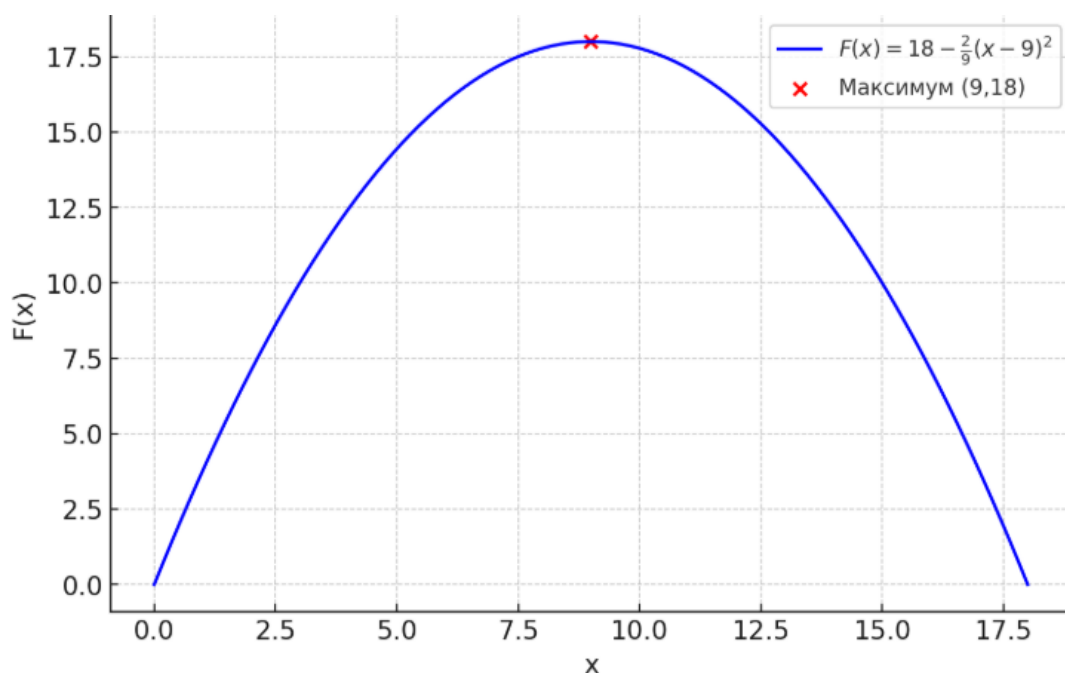


Рис. 2.10 Графічне представлення квадратичної функції обчислення включення

Кожний вимір (контроль, прихильність, включення) складається з двох підвимірів, а саме вираженої поведінки індивіда, та поведінки яку індивід очікує від оточуючих. Отже загальку кількість балів у вимірі можна представити як суму балів відповідних підвимірів. Таким чином, оцінити лідерські якості можна за такою формулою:

$$L_j = \frac{wA + eA + wC + eC + (18 - k(wI + eI - 9)^2)}{54} \quad (2.2)$$

де:

$j \in [1; m]$ – член команди проєкту, m – кількість членів команди проєкту.

L_j – показник лідерських якостей члена команди;

wA – прихильність, яку очікує індивід від оточуючих; потреба у створенні та утримуванні ефективних відносин з членами команди;

eA – виражена прихильність індивіда; виражена потреба створювати та утримувати ефективні відносини з членами команди проєкту;

wC – контроль та сила, яку очікує індивід від інших членів команди щодо створення та збереження ефективних комунікацій;

eC – виражений контроль та сила, які проявляє індивід по відношенню до інших членів команди щодо створення та збереження ефективних комунікацій;

wI – взаємодія та співпраця (включення), на яку очікує індивід від інших членів команди проєкту;

eI – виражена взаємодія та співпраця (включення) яку проявляє індивід в роботі з іншими членами команди під час комунікацій;

18 – кількість балів у відповідному вимірі.

54 – максимальна кількість балів за всіма вимірами.

4. Вибір лідера команди. За результатами обчислення показників лідерських якостей членів команди, керівник проєкту може прийняти рішення про вибір відповідного члена в якості лідера віртуальної команди за максимальним значенням показника L . Однак, обраний лідер повинен мати баланс у комбінації вимірів за моделлю: прихильність, контроль та включення. Тому при близьких значеннях показника L членів команди, керівник проєкту повинен враховувати такий баланс.

Використання моделі FIRO-B та обчислення показника лідерських якостей допоможуть підготувати рекомендації щодо розвитку лідера команди або корекції стилю лідерства. Отже, застосування моделі допомагає пришвидшити процес формування та розвитку команд. Слід відзначити, що при реформуванні команд слід користуватись цим принципом навіть якщо його учасники раніше уже проходили даний тест. Це обумовлено тим що під час роботи в групі впродовж її життєвого циклу необхідно враховувати зміни характеристик особистості людини протягом роботи в проєкті. В тому числі, варто враховувати емоційний стан людини та здатність її поширювати ці емоції на інших учасників команди.

Коефіцієнт віртуальності віртуальної команди – це показник, за допомогою якого можна визначити рівень віртуалізації робочих процесів команди. Він надає оцінку того, наскільки команда працює у віртуальному середовищі, використовуючи цифрові інструменти для комунікації та координації. Визначати коефіцієнт віртуальності пропонується шляхом розрахунку відношення дистанційної роботи до загального робочого процесу з урахуванням максимального показника лідерських якостей серед членів команди – лідера команди:

$$S_v = \frac{D_v}{T_v} \cdot L_v * 100 \quad (2.3)$$

де:

S_v – коефіцієнт віртуальності;

D_v – кількість часу або взаємодій, які відбуваються у віртуальному середовищі (онлайн-зустрічі, чати, електронна пошта тощо);

T_v – загальна кількість робочих взаємодій (включно з очними зустрічами, телефонними дзвінками тощо);

L_v – найвищий показник лідерства в віртуальній команді.

Врахування найвищого показника лідерських якостей враховується під час розрахунку коефіцієнта віртуальності, оскільки стиль управління та здатність керівника ефективно координувати команду у віртуальному середовищі впливають на рівень її віртуалізації. Лідерські навички можуть впливати на різні аспекти віртуальної взаємодії. Ефективність комунікації визначається тим, наскільки досвідчений лідер використовує цифрові інструменти, що може зменшувати потребу в очних зустрічах. Здатність мотивувати та залучати команду також відіграє важливу роль, оскільки хороша взаємодія між учасниками може скоротити кількість непотрібних синхронних зустрічей, збільшуючи віртуальний компонент роботи. Контроль за продуктивністю є ще одним важливим фактором, адже керівник, який правильно налаштовує діяльність та звітність, дозволяє команді працювати більш асинхронно, що підвищує коефіцієнт віртуальності. Крім того, стратегія управління впливає на рівень віртуалізації команди, оскільки лідер, який надає перевагу традиційному керуванню, може спричинити зниження цього показника, навіть якщо технічно команда має всі можливості працювати дистанційно.

Команди з показником до 30% працюють переважно офлайн, з коефіцієнтом від 30 до 70% – у гібридному форматі, а ті, що мають понад 70%, є віртуальними.

Таким чином можна визначити сформовані позитивні або негативні емоції учасників віртуальної команди та ступінь каталітичного ефекту емоцій в проєктному середовищі та зрозуміти динаміку розвитку групи.

Визначення такої динаміки розвитку забезпечить формування ефективної команди, що входить до обов'язків лідера. Для цього можна скористатись п'яти стадійною моделлю розвитку команди Такмена [91]. Визначивши стадію свого розвитку (формування, конфліктування, нормування, ефективна робота, закриття) група може обрати свій оперативний профіль. Також в обов'язки лідера входить розпізнавання стану команди в будь-який час і виконання дій, які будуть сприяти переходу до стадії функціонування. Причому для кожного визначеного типу особистості застосовуються відповідні технічні прийоми, що описані в моделі FIRO – В.

Таким чином, проведений аналіз особливостей роботи віртуальних команд дозволяє виявити шляхи мінімізації існуючих недоліків. Описана та визначена відповідна інформаційна система забезпечення комунікацій, яка буде спонукати проектно-орієнтовану організацію розвиватись з точки зору технологічної зрілості в управлінні проектами. Застосування методів та принципів роботи в проектному середовищі з огляду на технологічну зрілість дозволить організації переходити на чергові рівні технологічної зрілості оптимальним чином.

2.4.3 Емоційне зараження команд в процесах комунікації

Розуміння та управління руйнуваннями в комунікаційному процесі є ключовими для успішного функціонування будь-якої організації та забезпечення ефективного обміну інформацією між людьми.

Емоційне зараження відбувається як на великих відкритих просторах, особливо в неорганізованих спільнотах, наприклад, у натовпі, який може швидко поширювати певні емоційні стани, так і в замкнутих системах таких як проектно орієнтована організація. Передача емоцій може бути продемонстрована багаторазовими відображеннями в схемі ланцюгової реакції. Однак, на відміну від інших когнітивних ланцюгових реакцій, емоційна передача є менш свідомою та більш автоматичною.

Емоційне зараження в віртуальних командах виступає як соціально-психологічний механізм передачі психічного настрою іншим людям від однієї

особи або групи людей, емоційний вплив в умовах безпосереднього контакту та включення людини в певні психічні стани.

Емоції різні за змістом, що відображає різні сторони значущості ситуації, яка їх викликала. Щоб застосувати психофізіологічну формулу для оцінки впливу емоційного стану учасників віртуальних команд в проектно орієнтованій організації, трансформуємо ці впливи в модель комунікацій в проектно орієнтованій організації.

У період кризи емоційна поведінка керівника проєкту та його зараження командою проєкту посилюється зовнішньою невизначеністю.

Пандемія (PnD) – у перекладі з грецької означає «всі люди», працівники компанії, учасники віртуальних команд.

Інфодемія ($InfD$) – інформаційне охоплення осіб, інформаційного простору суспільства (I).

Цілісність комунікаційної системи (WD) – стан комунікацій, залежно від активності та сили втручання дисраптора в комунікації. Чим більший вплив на домени комени комунікацій (TB), (RC), (N), (M), (II), (LC), (DC), (TD), тим менша цілісність комунікаційної системи. Відсутність одного з цих восьми параметрів призводить до неповноцінного формування «Інфодемії». У таких випадках результатом є інфодемія з «чорною дірою».

$$InfD(I) = \sum_{i=1}^I TB_i RC_i N_i M_i II_i LC_i DC_i TD_i$$

$$InfD(I) \Rightarrow WD(I) \Rightarrow PnD(I)$$

$$\min(InfD) \rightarrow \max(WD) = \max(PnD)$$

$$\max(InfD) \rightarrow \min(WD) = \min(PnD)$$

Розглянемо інтенсивність емоцій при реалізації інноваційних проєктів у межах компетенції системи знань P2M. Емоції можуть бути різними за інтенсивністю (силою). Чим сильніше емоція, тим сильніше її фізіологічні прояви.

На інтенсивність емоцій у кожному конкретному випадку, звичайно, впливає велика кількість факторів, що входять до компетенції управління комунікаціями.

Крім того, інтенсивність емоцій може залежати від повноцінності та функціональної цілісності центральної та вегетативної нервової системи лідера та команди. Залежно від впливу на діяльність суб'єктів інноваційного проєкту, емоції поділяються на стенічні та астенічні. Стенічні емоції стимулюють активність, мобілізують сили людини (радість, ентузіазм та ін.). Астенічні емоції послаблюють або паралізують сили (печаль та ін.).

Поняття спільнотного проєкту або його інтелектуального простору виникло у світовому розвитку науки менеджменту. Спільнота проєкту включає членів команди проєкту та інших зацікавлених сторін, органічно формує цінність місії проєкту та бере участь у реалізації проєкту, використовуючи спільну компетенцію всіх членів спільноти. Це віртуальний, мотиваційний простір, у якому зацікавлені сторони присвячують себе проєкту, перебуваючи в різних географічних, культурних, спеціалізованих та організаційних середовищах, а також побудувати взаємодію та співпрацю в рамках проєкту шляхом обміну думками щодо змісту проєкту, планування, контролю та залучення інформації до проєкту.

2.5. Вплив комунікацій на технологічну зрілість проєктно-орієнтованої організації.

Комунікації відіграють ключову роль у формуванні технологічної зрілості проєктно-орієнтованої організації. Ефективне спілкування впливає на різні виміри технологічного прогресу, сприяючи інноваціям, співпраці та ефективності. Нижче наведено основні способи, як комунікації впливають на технологічну зрілість:

1. Обмін знаннями та співпраця сприяє обміну технічними знаннями та передовим досвідом між членами команди, відділами та зацікавленими сторонами. Це прискорює навчання, зменшує надмірність і дає змогу організації швидше впроваджувати нові технології. Регулярні технічні зустрічі та інструменти для співпраці можуть допомогти виявити та інтегрувати нові технології в проєкти.

2. Узгодження зі стратегічними цілями усуває розрив між командою та особами, які приймають рішення, сприяючи спільному баченню впровадження та інтеграції нових технологій.

3. Залучення зацікавлених сторін через послідовне спілкування створює підтримку для технологічного прогресу. Це може призвести до збільшення інвестицій в інновації та плавного впровадження технологічних рішень. Залучення зацікавлених сторін до обговорень щодо впровадження штучного інтелекту для оптимізації проєкту сприяє довірі та сприйняттю.

4. Ефективна комунікація допомагає завчасно виявляти технологічні виклики, дозволяючи командам спільно розробляти рішення та зменшувати ризики. Це гарантує, що організація може швидко адаптуватися до збоїв у роботі. Централізована система відстеження проблем із відкритими каналами зв'язку запобігає ескалації технологічних проблем.

5. Обмін знаннями має важливе значення для розробки та проведення навчальних програм, які покращують технічні навички. Це гарантує, що співробітники готові працювати з новими технологіями, підвищуючи технологічну компетентність організації. Регулярні вебінари та семінари з інструментів хмарних обчислень допомагають підвищити технічний рівень у співробітників.

6. Креативні технології допомагають створювати сучасні рішення та залишатися конкурентоспроможними на ринку. Мозкові штурми та хакатони заохочують команду пропонувати інноваційні рішення для завдань проєкту.

7. Стандартизація документації та процесу забезпечує точне документування технологічних процесів, інструментів і методологій. Стандартизовані процеси підвищують масштабованість і повторюваність успішних технологічних практик. Добре задокументований робочий процес для використання нового інструменту управління проєктами забезпечує послідовне застосування в кількох проєктах.

8. Ефективна комунікація надає особам, які приймають рішення, своєчасну та точну технічну інформацію, що дозволяє приймати обґрунтовані рішення щодо інвестицій у технології та їх оновлення.

Надійна комунікаційна модель є невід'ємною частиною розвитку технологічної зрілості проєктно-орієнтованої організації. Вона сприяє узгодженню робочого процесу, інноваціям і забезпечує безперебійну інтеграцію технологій, що зрештою сприяє ефективності та конкурентній перевазі. Для цього необхідна децентралізована система управління, що може змінити спосіб комунікації, і дати можливість реалізувати модель. Такою структурою можна вважати холакратію. Вона замінює традиційні ієрархічні структури самоорганізованими командами, або «колами», надаючи співробітникам автономію та спільну відповідальність. Цей зсув суттєво впливає як на комунікаційний, так і на технологічний розвиток кількома способами:

- *Сплющена комунікаційна структура.* Холакратія усуває жорсткі ієрархії, заохочуючи пряме спілкування між ролями та колами – командами проєкту. Це сприяє швидшому потоку інформації та зменшує затримки, спричинені ієрархічними погодженнями.

- *Визначеність ролей.* Визначені ролі в холакратії зменшують непорозуміння щодо обов'язків, сприяючи більш ефективній та цілеспрямованій комунікації.

- *Прозорість.* Рішення, процеси та обов'язки стають видимими для всіх, що підвищує довіру та сприяє кращій співпраці.

- *Збільшення ітерацій зворотного зв'язку.* Регулярні управлінські та тактичні зустрічі створюють офіційні канали для обговорення викликів, обміну думками та повторення процесів.

- *Потенційне комунікаційне перевантаження.* Акцент на розподілених повноваженнях може призвести до надмірної комунікації, оскільки кола взаємодіють і перекриваються, що вимагає суворої дисципліни, щоб уникнути неефективності.

- *Розширені інновації.* Автономні команди в холакратії мають право експериментувати з новими технологіями та впроваджувати їх, сприяючи інноваціям і швидкій ітерації.

- *Гнучкість у застосуванні технологій.* Децентралізоване прийняття рішень дозволяє командам швидко адаптуватися до технологічних змін і інтегрувати інструменти, які відповідають їхнім конкретним потребам.

- *Розподілена експертиза.* Експертиза децентралізована, що забезпечує прийняття технологічних рішень тими, хто найближче до роботи.

- *Виклики стандартизації.* Якщо кілька кіл працюють незалежно, досягнення стандартизації технологій для всієї організації може бути складним завданням, що потенційно може призвести до фрагментації інструментів. Наприклад різні команди можуть використовувати різне програмне забезпечення для управління проектами, що ускладнює співпрацю між командами.

- *Швидке вирішення проблем.* Підзвітність у межах ролей гарантує швидке та ефективне вирішення технологічних проблем.

- *Культура навчання.* Безперервний зворотній зв'язок і самоорганізація сприяють культурі навчання та вдосконалення, з часом підвищуючи технологічну компетентність.

Холакратія впливає на комунікаційну та технологічну зрілість організації, сприяючи автономії, інноваціям і прозорості. Однак це також створює проблеми, такі як потенційне комунікаційне перевантаження та труднощі в досягненні технологічної стандартизації. Успішне використання холакратії вимагає дисциплінованих процесів, чіткого визначення ролей і культури, яка балансує між незалежністю та співпрацею. При правильному підході холакратія може стимулювати як ефективну комунікацію, так і технологічну гнучкість, необхідну для сталого розвитку.

При застосуванні в середовищі холакратії, цей підхід сприяє культурі прозорості, розподіленому прийняттю рішень і постійному вдосконаленню, що є ключовими принципами холакратії. Управління проектами в середовищі холакратії передбачає надання членам команди можливості взяти на себе відповідальність за роботу та зробити значущий внесок у проєкт. Це включає створення спільного бачення та цілей проєкту, а також сприяння культурі відкритості та співпраці, де всі члени команди мають право голосу у визначенні напрямку проєкту та процесі

прийняття рішень. Надаючи можливість розподіляти повноваження щодо прийняття рішень всередині організації, холакратія забезпечує основу для спільного прийняття рішень, що надихає на нові ідеї та підходи до управління проектом. Проведення нарад з питань управління забезпечують структурований процес оцінки поточних проектів та внесення необхідних змін.

Комунікація є критично важливим компонентом середовища холакратії, оскільки стимулює децентралізоване прийняття рішень та самоуправління, що є характерними рисами такої системи управління [92]. Ефективна комунікація в середовищі холакратії вимагає кількох елементів:

1. *Визначені ролі та обов'язки.* У системі управління кожне коло має чітко визначений набір ролей та обов'язків. Ролі мають бути зрозумілі всім членам кола, щоб уникнути плутанини та дублювання зусиль.

2. *Система прийняття рішень.* Холакратія наголошує на прозорих і спільних процесах прийняття рішень. Отже, всі члени кола мають можливість брати участь у процесі прийняття рішень і доступ до відповідної інформації.

3. *Структуровані рекозмови.* Для прийняття рішень в холакратії використовують процес структурованого обговорення, який називають «інтегративним прийняттям рішень». Цей процес гарантує, що всі члени кола мають можливість висловити свої погляди та занепокоєння.

4. *Механізми зворотного зв'язку.* Холакратія заохочує постійний зворотний зв'язок та оцінювання. Регулярне спілкування та сесії зворотного зв'язку необхідні для ознайомлення усіх членів з прогресом виконання, проблемами та можливостями для вдосконалення.

5. *Відкриті канали комунікації.* Такі канали комунікації забезпечують потік інформації між колами та окремими особами. Це можуть бути регулярні зустрічі, онлайн-платформи для обміну інформацією та інші інструменти комунікацій. Ефективна комунікація має важливе значення для успіху середовища холакратії. Вона уможливорює децентралізоване прийняття рішень, сприяє прозорості та допомагає створити культуру співпраці та інноваційної роботи.

Розподілені команди, також відомі як віртуальні або віддалені команди, стають все більш поширеними в сучасній глобалізованій робочій силі. Холакратія – це система управління, яка добре підходить для розподілених команд, оскільки вона робить акцент на самоуправлінні та розподіленому прийнятті рішень [93]. Коли члени команди працюють віддалено, інформація може легко стати відокремленою або загубитися. Наголошуючи на прозорості, холакратія гарантує, що всі мають доступ до однієї і тієї ж інформації, незалежно від їхнього місцезнаходження. Ще одним важливим аспектом холакратії, який особливо актуальний для розподілених команд, є використання ролей та підзвітності. Коли члени команди працюють віддалено, може бути складно забезпечити, щоб кожен усвідомлював свої обов'язки і знав, чого від нього очікують. Визначаючи ролі та підзвітність, холакратія допомагає гарантувати, що кожен знає, за що він відповідає, незалежно від свого місцезнаходження. Також холакратія наголошує на регулярних зустрічах для полегшення прийняття рішень та узгодження дій, що може бути особливо цінним для розподілених команд. Ці зустрічі дають структуровану можливість членам команди зібратися разом, обговорити проблеми, прийняти рішення і переконатися, що всі знаходяться на одній сторінці. Нарешті, холакратія заохочує культуру зворотного зв'язку та постійного вдосконалення, що особливо важливо для розподілених команд. Коли члени команди працюють віддалено, легко відчувати себе відірваними від великої організації. Наголошуючи на культурі зворотного зв'язку та постійного вдосконалення, холакратія гарантує, що кожен постійно навчається і розвивається, незалежно від свого місцезнаходження. Холакратія добре підходить для розподілених команд, оскільки вона наголошує на самоуправлінні, розподіленому прийнятті рішень, прозорості, чітких ролях і підзвітності, регулярних зустрічах, культурі зворотного зв'язку і постійного вдосконалення.

Визначивши підхід до реалізації комунікаційного середовища в середині проектно орієнтованої організації, необхідно розглянути які ж бувають зовнішні фактори що здатні взаємодіяти та потенційно впливати з системою комунікацій.

Середовище комунікації є складною системою, на яку впливають численні чинники, що визначають ефективність і якість обміну інформацією. Ці чинники

можна умовно поділити на прямі та непрямі. Розуміння їхньої ролі допомагає краще налаштовувати процес комунікації та створити коректну модель комунікації.

Прямі фактори безпосередньо впливають на процес обміну інформацією. Вони стосуються аспектів, які можна контролювати або регулювати в межах конкретної ситуації. Одним із ключових прямих факторів є ясність повідомлення. Зрозуміле, структуроване і чітко сформульоване повідомлення забезпечує належне сприйняття інформації. Наприклад, у письмовій комунікації чіткі формулювання та використання зрозумілої термінології знижують ризик неправильного розуміння.

Канали комунікації також відіграють вирішальну роль. Існує широкий спектр способів передавання інформації – від електронних листів до відеозустрічей. Кожен канал має свої переваги та обмеження, вибір відповідного способу залежить від цілей та контексту комунікації.

Іншим важливим фактором є фізичне середовище. Рівень шуму, освітлення чи навіть температура в приміщенні можуть впливати на здатність учасників сконцентруватися. Наприклад, гучний офіс або некомфортні умови роботи стають причиною неправильного сприйняття інформації.

Не менш значущим є зворотний зв'язок. Він забезпечує можливість перевірити, чи було повідомлення зрозумілим та скоригувати його в разі потреби. Наприклад, у навчальному процесі викладач може оцінити, наскільки студенти зрозуміли матеріал, через їхні відповіді чи запитання.

Непрямі фактори формують загальний контекст комунікації. Вони не впливають безпосередньо на окремий акт комунікації, але створюють умови, за яких цей акт відбувається. Одним із таких факторів є культурні особливості. Кожна культура має свої традиції, етикет і норми, які впливають на спосіб передавання та сприйняття інформації. Наприклад, у деяких культурах прямолінійність вважається нормальною, тоді як в інших вона може сприйматися як грубість.

Соціально-економічний контекст також відіграє важливу роль. Доступ до сучасних технологій, рівень освіти та економічний розвиток регіону визначають, наскільки ефективно можуть використовуватися різні канали комунікації. У

недостатньо розвинених регіонах електронна пошта може бути менш поширеним засобом комунікації через обмежений доступ до Інтернету.

Рівень довіри між учасниками комунікації є ще одним важливим непрямим фактором. Якщо між комунікатором і реципієнтом існує довіра, повідомлення буде сприйматися з більшою готовністю. У професійному середовищі позитивна репутація керівника сприяє більш відкритій взаємодії з працівниками.

Політичне та юридичне середовище формує умови комунікації. Закони, які регулюють свободу слова, рекламу чи приватність, впливають на те, що і як можна повідомляти. У країнах із жорсткими правилами щодо реклами компанії змушені адаптувати свої стратегії комунікації.

Індивідуальні особливості учасників комунікації, такі як рівень освіти, попередній досвід, емоційний стан та особисті переконання, визначають, як інформація буде сприйнята. Наприклад, людина, яка переживає стрес, може погано сприймати складні повідомлення.

Прямі й непрямі фактори впливу тісно взаємопов'язані. Непрямі фактори створюють передумови для того, як будуть сприйматися і використовуватися прямі. Наприклад, культурні особливості (непрямий фактор) впливають на вибір мови або символів у повідомленні (прямий фактор). Водночас ефективність комунікації залежить від урахування обох типів факторів, адже їхнє ігнорування може призвести до комунікативних бар'єрів.

Таким чином, розуміння і врахування прямих та непрямих факторів є ключем до побудови ефективної комунікації, яка не лише досягає своїх цілей, але й формує сприятливе середовище для подальшої взаємодії. Підсумовуючи огляд прямої і непрямой взаємодій, які впливають на комунікаційну систему в організації, можна завершити графічним представленням їх зв'язку з цією комунікаційною системою (рис. 2.11).

Незважаючи на те, що дане дослідження охоплює лише аналіз внутрішньої комунікації, слід ще раз підкреслити, що обидві частини організаційної комунікації, як внутрішня так і зовнішня, є взаємно залежні і цей безпосередній зв'язок між зовнішнім і внутрішнім необхідно зрозуміти і скоординувати. Успішна координація

взаємодії підсистем може сприяти ефективній динаміці всієї комунікаційної системи. Зовнішні мережі спілкування і канали дозволяють членам організації взаємодіяти з окремими особами за межами компанії, намагаючись вплинути не тільки на поведінку представників навколишнього середовища щодо організації, а й на самих працівників організації, що потім в свою чергу можуть негативно впливати на домени комунікацій та виступати в ролі дисраптора. Безсумнівно, добре керована та цілеспрямована внутрішня комунікація може допомогти людям зрозуміти свою компанію та її напрямки, це може допомогти завоювати прихильність працівників і успіх організації.

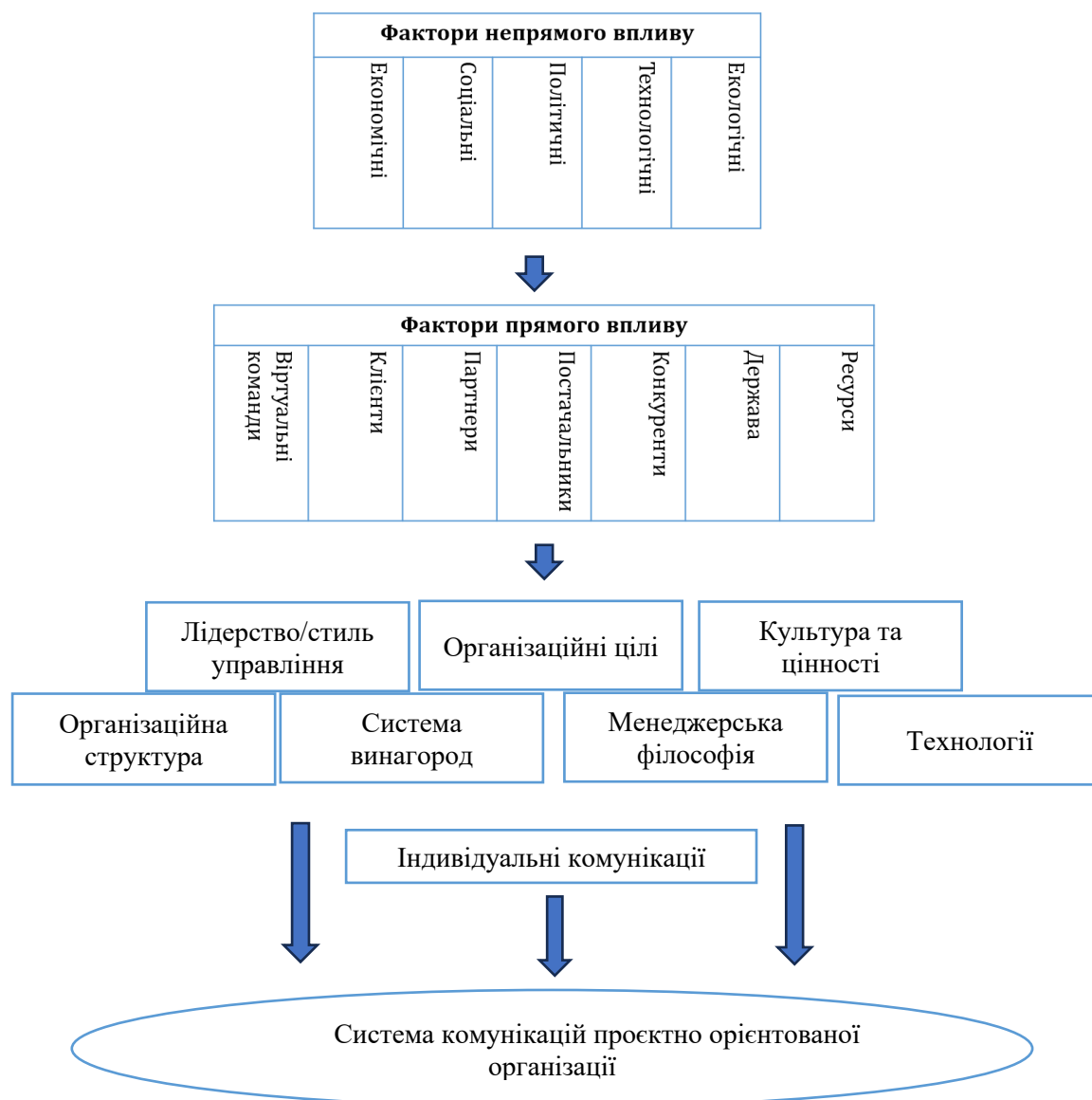


Рис. 2.11. Фактори, що впливають на систему комунікацій.

Підводячи підсумок, кожна комунікаційна підсистема виконує певну функцію. Внутрішні комунікаційні процеси спрямовані на встановлення організаційної структури та стабільності у здійсненні організаційної діяльності, поки ефективні зовнішні комунікації спрямовані на інновації сприяння визначенню напрямків для поточного організаційного розвитку (лідери або топ-менеджери найбільш ефективно використовують такий підхід).

Отже, з'ясувавши який зовнішній вплив може бути здійснений на середовище комунікації ззовні, визначивши області впливу на них, що може викликати дисраптор всередині компанії, необхідно створити таку систему яка могла б не тільки попереджати виникнення руйнувань в доменах комунікації, а й покращувати технологічну зрілість організації. Така система поєднує інструменти комунікації, такі як Microsoft Teams і Outlook, із фреймворками COBIT та ITIL, аналізом на основі FIRO-B і використанням нейронної мережі для оптимізації управління комунікаціями в проєктно-орієнтованій організації. Дана модель зображена на рисунку 2.12.

Основні компоненти систем цієї моделі та їх функціонал:

Інструменти комунікації (Microsoft Tools). Використання платформ Microsoft Teams, Outlook, SharePoint та MS Project забезпечує прозорість і доступність каналів комунікації. Ці інструменти слугують основою для обміну інформацією, документами, повідомленнями та організації зворотного зв'язку між учасниками команди. Інтеграція цих інструментів дозволяє створювати єдиний простір для взаємодії в рамках проєкту.

COBIT Framework. COBIT надає структуру для управління організаційними процесами через чіткі контрольні точки (governance). Використання цього фреймворку дозволяє створювати стандартизовані стратегії комунікації та контролювати їх виконання. Завдяки COBIT, організація може забезпечити узгодженість своїх процесів і зменшити ризики, пов'язані з комунікаціями.

ITIL Framework. ITIL спрямований на управління сервісами, що уніфікує взаємодію між командами, замовниками та постачальниками. Використання цього фреймворку дає змогу налаштувати процеси управління інцидентами, змінами та

запитами, мінімізуючи можливі непорозуміння. Зокрема, ITIL забезпечує узгодженість дій у складних багатосторонніх комунікаціях.

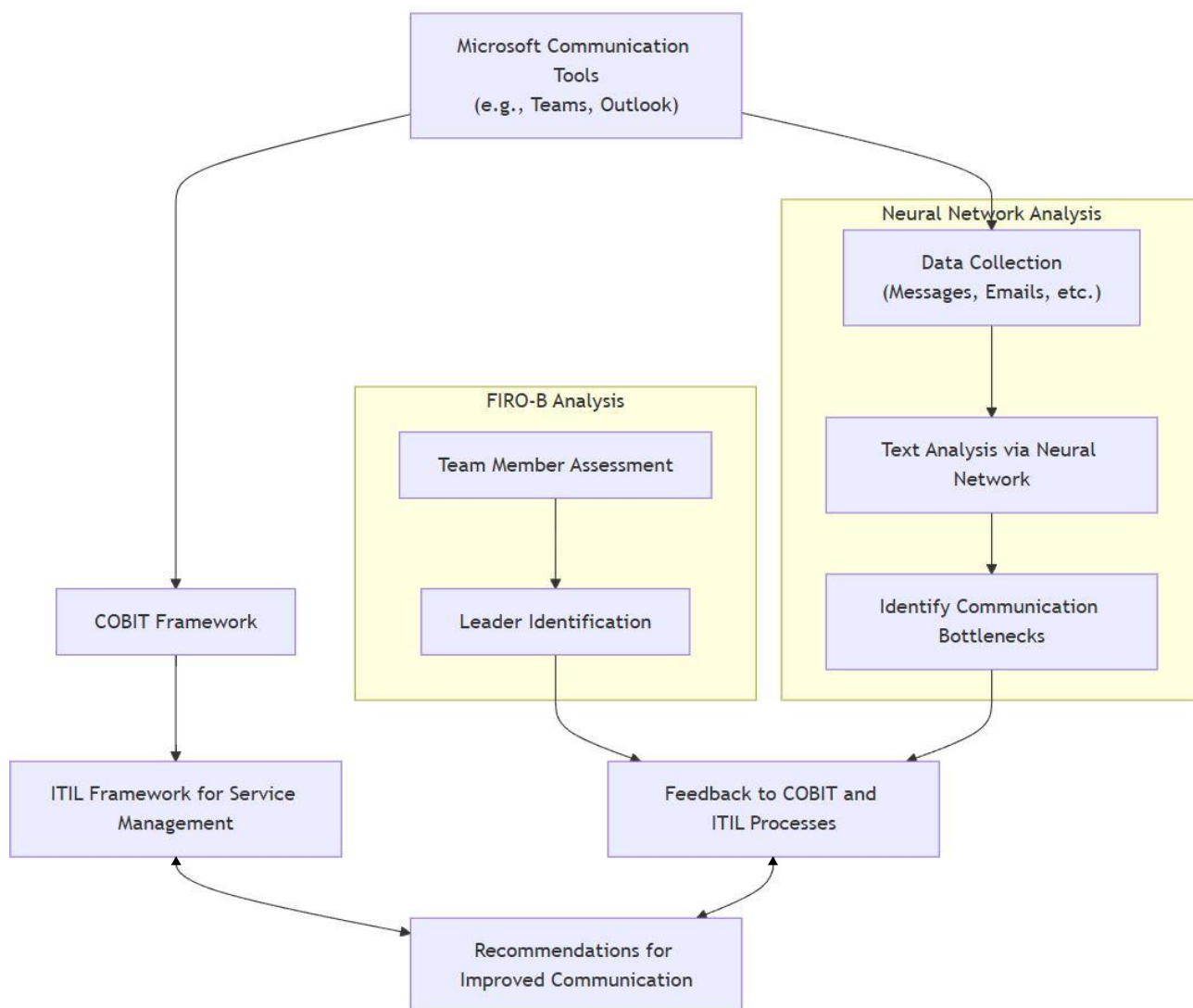


Рис. 2.12. Модель комунікацій в проєктно орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд.

FIRO-B Analysis. Аналіз FIRO-B дозволяє оцінити міжособистісні відносини в командах та виявити ключових учасників, здатних виконувати роль лідерів. Інструмент аналізує аспекти включення, контролю та емоційної близькості, допомагаючи краще розподілити ролі в командах.

Аналіз на основі нейронної мережі. Використання машинного навчання дозволяє виявити вузькі місця у комунікаціях через аналіз текстових даних. Нейронна мережа аналізує повідомлення, електронні листи та іншу текстову інформацію для виявлення негативних емоцій, конфліктів або непорозумінь.

Зібрані дані обробляються, створюються набори навчальних даних, а результати аналізу передаються для вдосконалення процесів у рамках COBIT та ITIL.

Зворотний зв'язок. Зворотний зв'язок є важливою складовою системи. Дані, отримані з аналізу FIRO-B і нейронної мережі, інтегруються у процеси, визначені фреймворками COBIT і ITIL. Це дозволяє створювати рекомендації для покращення комунікацій, а також впроваджувати зміни на основі об'єктивної аналітики.

Переваги системи такої системи можна описати нижче:

1. *Інтеграція фреймворків.* Поєднання COBIT і ITIL забезпечує одночасно стратегічне управління та тактичну реалізацію рішень, що створює баланс між плануванням і виконанням.

2. *Ідентифікація лідерів.* Використання FIRO-B сприяє пошуку потенційних лідерів, які здатні покращити командну динаміку.

3. *Аналітика комунікацій.* Нейронна мережа дозволяє ідентифікувати слабкі місця у комунікаціях, використовуючи об'єктивні дані, що сприяє швидкому усуненню проблем.

4. *Адаптивність.* Система легко адаптується до різних масштабів організацій і типів проєктів, що робить її універсальною для різних сфер діяльності.

5. *Покращення ефективності.* Проактивний моніторинг і аналіз сприяють зменшенню кількості помилок у комунікаціях і швидкому вирішенню конфліктів.

Для реалізації інтегрованої системи комунікації слід виконати планування та виконання таких етапів.

На першому етапі необхідно створити інфраструктуру, яка стане основою для роботи системи. Це включає встановлення продуктів Microsoft 365, таких як Teams і Outlook, MS Project, які забезпечать базові засоби для комунікації. Крім того, інтеграція ITIL і COBIT здійснюється за допомогою спеціалізованих інструментів ServiceNow, Jira або BMC, що дозволяє створити стандартизовану та керовану структуру для взаємодії.

Другий етап зосереджений на аналізі FIRO-B, який дає змогу оцінити міжособистісні ролі членів команди. Проведення такого оцінювання допомагає визначити потенційних лідерів, краще розподілити ролі в команді. Результати інтегрують в кадрові процеси, чим підвищують ефективність командної роботи.

На третьому етапі відбувається розробка нейронної мережі, яка стане аналітичним інструментом. Слід створити модель для аналізу тексту, на основі Word2Vec, а також налаштування процесів обробки текстових даних. Система має бути здатною класифікувати вплив на домени комунікації, аналізувати тональність повідомлень і виявляти потенційні конфлікти. Такий підхід дозволяє використовувати дані для оптимізації комунікацій.

Заключний етап передбачає моніторинг і забезпечення зворотного зв'язку. Для цього налаштовується автоматизований збір даних із комунікаційних платформ, що дозволяє постійно аналізувати поточний стан комунікацій. Отримані результати використовуються для вдосконалення процесів, виявлення слабких місць і формування рекомендацій. Таким чином, система стає динамічним інструментом, який адаптується до потреб організації та забезпечує її ефективну роботу.

Висновки до розділу 2

1. Запропонована модель комунікацій проєктно-орієнтованої організації, в якій центральним елементом виступає команда проєкту. При цьому виділені внутрішнє та зовнішнє середовища комунікації по відношенню до команди, визначені ролі, які мають проводити комунікації із зовнішнім середовищем.

Для аналізу комунікацій за визначеної моделлю було проведено дослідження факторів, які можуть впливати на ефективність передавання інформації в системі за різними ознаками. Фактори були розподілені на чотири галузі або домени: комунікаційне середовище; комунікаційні процеси; канали комунікацій та когнітивне спілкування. Відповідно, за кожним доменом були визначені ключові компоненти (піддомени), що впливають саме на процеси комунікацій.

2. Одним з ключових завдань дослідження є пошук джерела виникнення перешкод в системі комунікацій оскільки особливістю предметної області є використання засобів віртуалізації в роботі команд проєктів. Джерелом виникнення перешкод в системах комунікацій може бути безпосередньо один з її ключових елементів – відправник інформації, її отримувач. В контексті системи комунікацій це може бути не тільки спотворення, а і незадовільна швидкість передавання та якість інформації.

Запропонований термін «руйнівник» в системі комунікацій або «дисраптор» для проведення досліджень такого джерела виникнення перешкод та надання відповідних шляхів вирішення/мінімізації негативного впливу в системах комунікацій проєктно-орієнтованих організацій.

3. Таким чином, основним джерелом перешкод визначений елемент в системі комунікацій, що перешкоджає процесам обміну інформацією, сприяє її спотворенню, призводить до порушень каналів зв'язку та зниження ефективності системи комунікацій в цілому. За результатами дослідження характеру впливу дисраптора на систему комунікацій команди проєкту визначені характеристики або напрями впливу дисраптора на систему комунікацій. Відповідно, розроблена матриця відповідності впливу дисраптора на домени комунікацій.

Для графічного відображення впливу дисраптора на відповідні піддомени системи комунікацій запропоновано використовувати діаграму розривів.

4. Досліджені моделі та методи штучного інтелекту з огляду на їх використання для пошуку дисраптора в системах комунікацій команд проєктів. Для аналізу текстових даних запропоновано використовувати рекурентні нейронні мережі. Для врахування контексту слів в процесах комунікацій вибраний інструмент Word2Vec, що використовує метод векторизації – перетворення слів у числові представлення. Для підвищення продуктивності нейронної мережі, що навчається вибраний оптимізатор Адама.

В якості інструменту розробки машинного навчання обрана платформа TensorFlow так як вона включає такий інструмент для візуалізації, як TensorBoard

що допоможе в процесі даного дослідження. Це спростить відслідкування певних специфічних семантичних зв'язків.

5. Наведена класифікація віртуальних команд щодо аналізу їх діяльності в організаційному контексті. Запропонована інформаційна система забезпечення комунікацій з огляду на діяльність організації в цілому. Наведені переваги застосування такої інформаційної системи та її роль у підвищенні технологічної зрілості організації. Запропонована концептуальна модель інформаційного середовища комунікацій таких команд та модель управління віртуальною командою з позицій її розвитку та вдосконалення компетентності. Проведено аналіз стандартів COBIT та ITIL щодо забезпечення структури управління корпоративних інформаційних технологій разом з погодженням проєктних процесів з бізнес-цілями та завданнями. Такий підхід підвищить компетентність як самої організації так і віртуальних команд. Також підхід можна використати для чіткого визначення їх стадії розвитку, що дає змогу покращити рівень організаційної діяльності.

6. Показано, що на рівні команди її лідер може підвищити ефективність комунікацій у віртуальному середовищі. Запропоновано покроковий метод визначення лідера віртуальної команди використовуючи модель FIRO-B, що допомагає зрозуміти потреби та поведінку членів команди, забезпечуючи кращу згуртованість команди та ефективність лідера. Використання даного методу сприятиме розвитку команди та її комунікацій.

7. Запропонована модель комунікацій з використанням моделі FIRO-B у поєднанні із фреймворками COBIT та ITIL забезпечить проєктно-орієнтовані IT організації методами визначення та розвитку компетентності як на організаційному так і на командному рівнях, що враховує емоційний стан людини та її здатність поширювати емоції на інших учасників команди. Емоційний вплив кількісно визначається за допомогою коефіцієнта віртуальності, який вимірює вплив віртуальних членів команди один на одного.

Запропонований підхід підвищить компетентність як самої організації так і віртуальних команд. Задовольняючи унікальні комунікаційні потреби віртуальних

команд, запропоновані методи забезпечують ефективнішу та ефективнішу комунікацію.

Основні дослідження розділу розкриті в таких публікаціях автора:

1. Концевий В. В. Обмін знаннями та комунікації в командах ІТ проєктів / В. В. Концевий, О. С. Войтенко // Управління проєктами у розвитку суспільства: XVIII Міжнародна конференція. Тема: «Управління проєктами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей, Київ, 15 травня 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Укр. асоціація упр. проєктами, Академія упр. проєктами ; відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ : КНУБА, 2021. – С. 184 - 189.

Особистий внесок автора: визначені сприятливі умови до комунікацій, а в подальшому і до обміну знаннями, що сприяє розвитку організації.

2. V. Kontsevyi and O. Voitenko, “Communications disruptor in project-oriented organisations,” 2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/CSIT61576.2023.10324097.

Особистий внесок автора: визначено термін «дисрантор», який спричиняє негативні наслідки у системі комунікацій.

3. Bushuyev S., Sukach S., Kontsevyi V., Piliuhina K., Achkasov I., Murovanskiy G. Inspirational project governance into the holacracy environment (2023) CEUR Workshop Proceedings, 3453, pp. 47 – 58.

Особистий внесок автора: показано що принцип холакратії дозволяє покращити систему управління, змінити способи комунікації, що впливає позитивно на технологічну зрілість організації. Досліджено переваги які надаються під час роботи з віртуальними командами при використанні даного принципу.

4. Концевий, В. (2024). Підвищення компетентності проєктно-орієнтованих ІТ-організацій на основі використання віртуальних команд. *Управління розвитком складних систем*, (58), 33–41. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.33-41>

Особистий внесок автора: проведений аналіз типів віртуальних команд та використання моделі FIRO-B для виявлення лідерів команд і управління ними. Запропоновано метод визначення лідера віртуальної команди. Запропоновано концептуальну модель інформаційного середовища комунікацій, модель управління віртуальною командою щодо її розвитку та вдосконалення.

РОЗДІЛ 3. МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ УПРАВЛІННЯ КОМУНІКАЦІЯМИ

3.1. Моделювання процесів в системі комунікацій

Для моделювання процесу роботи нейронної мережі необхідно розглянути сучасні та ефективні методи, зокрема такі, що використовуються для оцінки числових даних. Серед ефективних методів застосування нейронних мереж можна навести автоматизацію та підтримку рішень, а також чат-боти та віртуальні асистенти, які можна налаштувати на відповіді клієнтам, надавати інформацію та вирішувати стандартні проблеми, що створить середовище довіри, надасть спосіб отримання та подання інформації та можливості для постійного розвитку знань [94].

Також нейронні мережі можуть аналізувати внутрішню комунікацію в організації для виявлення дисрапторів [95], які можуть вказувати на проблеми в системі. Прогнозування щодо потреб та можливих проблем можуть здійснюватися на основі аналізу комунікаційних даних та пропонувати проактивні заходи для їх вирішення. В управлінні проєктами нейронні мережі можна використати для аналізу продуктивності команд та визначення факторів, що впливають на продуктивність та ефективність, а також прогнозування можливих затримок та проблем у проєктах на основі аналізу комунікаційних даних.

Варто розглянути також і наступні архітектури нейронних мереж [96-98]: радіально-базова, лінійна, багатошарова персептронна, нейронна мережа загальної регресії. При підготовці набору навчальних і тестових даних слід скористатися імпульсним методом прискорення і застосування змінної швидкості навчання. На початку роботи потрібно чітко визначити кількість вхідних параметрів – це буде кількість вхідних нейронів, а вихідні параметри визначатимуть кількість вихідних нейронів. Кількість прихованих шарів нейронної мережі можна регулювати, і в цьому процесі необхідно провести серію експериментів, щоб визначити найкращий варіант.

Використання даних методів дає можливість ідентифікувати проблеми в комунікаціях, що дозволить покращити роботу у проєктно орієнтованих

організаціях, особливо при використанні віртуальних команд. Існують різні підходи до ідентифікації тексту, такі як на основі статичних правил, на основі класичного навчання, на основі глибокого навчання, і гібридні. Підходи на основі глибокого навчання [99] довели свою важливість у природній мові завдання обробки інформації, включаючи виявлення даних у тексті.

Нижче розглянуті методи, які використовуються в нейронних мережах для оцінки числових даних. Нейронні мережі з метою оцінки числових даних широко використовуються в регресії, класифікації, прогнозуванні часових рядів та інших чисельних задачах. Основні типи нейронних мереж і їх застосування для числових даних:

- *Багат шаровий перцептрон (MLP)*. Це найпростіший тип нейронної мережі, який використовується для регресії та класифікації [100, 101]. Складається з одного або декількох прихованих шарів, кожен з яких містить кілька нейронів. Використовує функції активації, такі як ReLU, для нелінійних перетворень даних.
- *Згоркові нейронні мережі (CNN)*. Зазвичай використовується для обробки зображень, але може використовуватися для числових та текстових даних, особливо в завданнях із числовими рядами або просторовими даними [102-104].
- *Рекурентні нейронні мережі (RNN)*. Застосовують для обробки послідовних даних, таких як часові ряди [105-106]. Варіанти RNN, такі як LSTM (Long Short-Term Memory) і GRU (Gated Recurrent Unit), часто використовуються для покращення здатності моделі запам'ятовувати довгострокові залежності.
- *Графові нейронні мережі (Graph Neural Networks, GNN)*. Використовують для роботи з графовими структурами даних, такими як соціальні мережі, молекулярні структури та інші завдання, де дані можуть бути представлені у вигляді графіків [107-108].

Для розробки моделі комунікацій є перелік певних рекомендацій. На початку слід провести аналіз поточного стану комунікацій в організації. Аналіз повинен включати оцінку існуючих процесів, методів і засобів комунікації, опитування співробітників для збору їхніх думок про ефективність цих процесів, а також виявлення бар'єрів, які можуть заважати результативній комунікації, зокрема

технічних, організаційних або культурних. Після цього слід визначити стратегічні цілі, які організація планує досягти шляхом покращення комунікацій, та встановлюють вимоги до нових чи вдосконалених процесів.

На основі аналізу та визначених цілей слід сформуванати стратегію комунікацій, яка включає розробку плану досягнення цих цілей. Стратегія повинна враховувати вибір відповідних технологій, таких як CRM-системи, платформи для спільної роботи та інструменти відеоконференцій, а також оновлення або створення політик і процедур для підтримки цих технологій. Впровадження рішень передбачає інтеграцію обраних платформ, навчання співробітників новим методам і технологіям, а також створення супровідних інструкцій і довідкових матеріалів.

Ключовим етапом є моніторинг й оцінка ефективності комунікацій. Це включає встановлення ключових показників ефективності (Key Performance Indicator – KPI), проведення регулярного аналізу та звітності для моніторингу прогресу, а також збір зворотного зв'язку від співробітників. Усі ці етапи дозволяють вчасно виявляти проблеми та вносити корективи для підвищення ефективності процесів.

Впровадження моделі розвитку комунікацій проходить у кілька етапів. На підготовчому етапі має бути сформована команда проєкту, що аналізує поточний стан організації, її технологічну зрілість. Під час планування має розроблятися детальний план, вибираються технології та створюються навчальні програми. На етапі впровадження інтегруються нові інструменти, проводяться тренінги та пілотні тестування. Завершальними етапами є моніторинг ефективності, внесення коректив і оцінка досягнутих результатів з подальшим масштабуванням успішних практик на інші проєкти або відділи.

Використання інструментів, таких як системи управління проєктами (Jira, MS Project), платформи для спільної роботи (Microsoft Teams) та аналітичні інструменти (Power BI, Google Analytics), дозволяє значно оптимізувати комунікаційні процеси. Завдяки такій інтегрованій моделі організації мають можливість систематизувати розвиток комунікацій, залучати співробітників до

процесу змін і підвищувати ефективність взаємодії, що позитивно впливає на продуктивність і успішність проєктів загалом.

Такі дії з боку організації спонукають ефективному процесу моделювання системи комунікації, що передбачає створення нейронної мережі яка:

- Проводить аналіз тексту (листи, документи, повідомлення тощо).
- Виявляє специфічні патерни (шаблони), які відповідають певним областям впливу.

- Повертає оцінки для кожної області впливу на основі тексту.

Області впливу можна представити як вихідні категорії нейронної мережі. Необхідно навчити нейронну мережу визначати специфічні петтерни в комунікації що відповідають за вплив на реніше визначені домени комунікації. Мережа має:

- Визначати використання спеціалізованих технологічних термінів, для визначення впливу на домен технологічних бар'єрів.

- Виявляти вирази, що свідчать про небажання змін або страх перед новим.
- Розпізнавати негативну тональність, скарги, або критику.
- Виявляє надмірну чи недостатню деталізацію, інструкції, контроль.
- Визначати неточні, суперечливі або неповні дані, проте так як це нові дані їх точність неможливо перевірити, отже вона повинна вловлювати реакцію користувачів на точність даних.

- Виявляти згадування щодо командної роботи чи співпраці.
- Розпізнавати односторонню комунікацію без врахування думок інших.
- Аналізувати згадки про затримки, часові труднощі.
- Розуміти що в деяких діалогах не має впливу на середовища комунікації і визначати його як нейтральний.

Архітектура нейронної мережі має включати:

Вхідний шар: текст (листи, документи) перетворюється на векторні представлення за допомогою Word Embeddings (Word2Vec).

Приховані шари. Обробка тексту для виявлення семантичних і контекстуальних залежностей. Attention механізми для визначення релевантних частин тексту.

Вихідний шар. Складається з 8 нейронів, кожен з яких представляє одну з областей впливу.

Для навчання необхідно використати текстовий файл із позначками та анотаціями для кожної області впливу (див. рис. 3.1).

File Edit View Settings Help				
Delimiter: , ▾				
	domain	text	id	
513	Time disruption	Інженерна група поки що займається деталями, тож загальні терміни розмиті	514	
514	Time disruption	Команда поводить як лев у клітці — енергії багато, але руху вперед немає	515	
515	Time disruption	Застаріла версія ПЗ досі зберігається в основній системі, що затягує тестування	516	
516	Time disruption	Обговорення з постачальниками — це справжні гонки, але без фінішної прямої	517	
517	Time disruption	Біль від минулих проектних помилок змушує команду діяти занадто обережно	518	
518	Time disruption	Етичний кодекс вимагає ще одну перевірку, що знову відкладає старт	519	
519	Time disruption	Стратегія варіюється від зустрічі до зустрічі — рішення ніяк не приймається	520	
520	Time disruption	Питання має відмітний характер, що потребує додаткових узгоджень	521	
521	Time disruption	У процесі переговорів з'явився хап, який ставить нові умови	522	
522	Time disruption	Ще очікується стабільна бета-версія, тому реліз затримується	523	
523	Time disruption	Ключовий експерт наразі ізольований від обговорення, тож погодження відкладається	524	
524	Time disruption	Основний спікер скасував участь, тому презентацію доведеться перенести	525	
525	Time disruption	Через спантеличеність у тлумаченні технічного завдання команда витратила кілька зайвих днів на непотрібні доопрацювання	526	
526	Time disruption	Тривале точіння деталей дизайну без остаточних рішень уповільнило запуск наступного етапу	527	
527	Time disruption	Надмірна увага до майстерності виконання другорядних елементів відволікла розробників від основних функцій	528	
528	Time disruption	Під час відрядження до Марокко виникли логістичні труднощі, через які було зірвано частину графіка	529	
529	Time disruption	Один борець з команди протестував проти прийнятого рішення, ініціювавши довгу дискусію без конкретного результату	530	
530	Time disruption	Замість конструктивного діалогу член команди зосередився на собі, відкладаючи виконання загальних завдань	531	
531	Time disruption	Невизначеність у виборі сумісного програмного забезпечення спричинила зупинку інтеграційних робіт	532	
532	Time disruption	Відсутність зв'язку з консультантом на ім'я Герберт призвела до тижневої паузи в обговоренні критичних рішень	533	
533	Time disruption	Поломка модуля електроніки в демонстраційній версії змусила команду затримати презентацію	534	
534	Time disruption	Відхилення в точних розрахунках продуктивності призвели до повторної калібровки моделей	535	
535	Time disruption	Затримка поставок від виробників змусила команду відкласти апаратне тестування	536	
536	Time disruption	Внутрішнє розслідування інциденту з безпекою забрало багато часу в керівництва	537	
537	Time disruption	Відсутність згоди в команді щодо базових понять арифметики в алгоритмічному модулі спричинила суперечки та затримку	538	

Рис. 3.1. Текстовий файл навчання нейронної мережі.

3.2. Використання нейронних мереж для прийняття рішень в комунікаціях

Модель, що представлена на рис. 3.2, визначає процес вимірювання та перетворення інформації про значення параметра дисраптора (D), який описує об'єкт, що заважає безперебійному потоку інформації, координації та співпраці, що зрештою призводить до проблем в організації. Подібно до аналізу емоцій [109], вхідними нейронами тут будуть дані отримані під час текстового аналізу повідомлень та аналізу особливостей дисраптора.

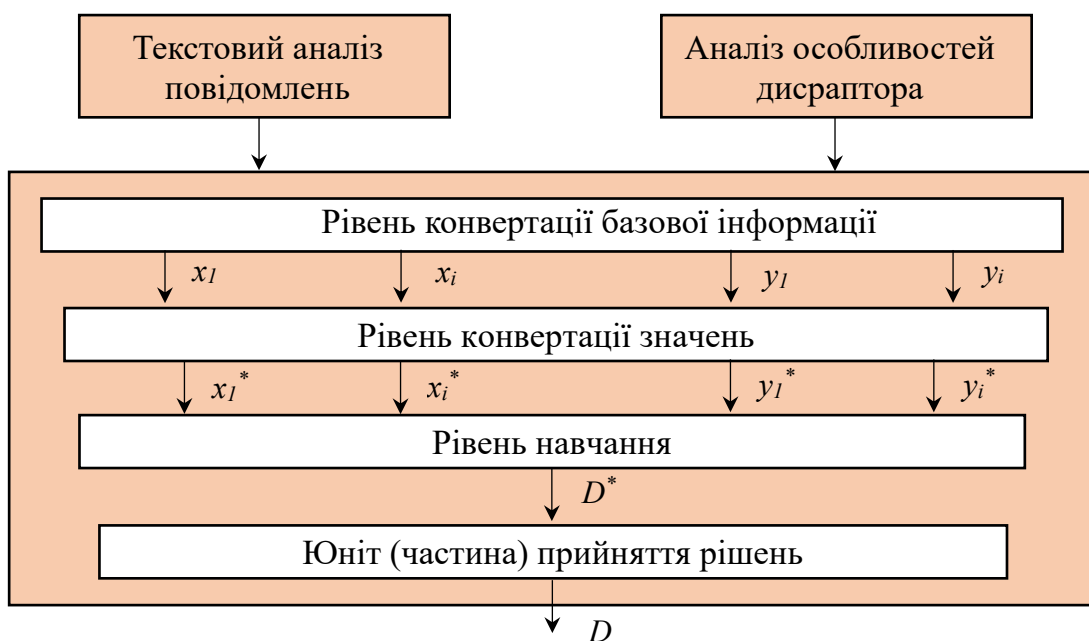


Рис 3.2: Прийняття рішення засноване на нейронній мережі.

Перший блок перетворює значення основної інформації $x_1, \dots, x_i$ та $y_1, \dots, y_i$ в оцінку виміряного значення $x_1^*, \dots, x_i^*$ та $y_1^*, \dots, y_i^*$ в оцінці параметра D^* значення D . Блок прийняття рішень робить вибір про значення Y після порівняння Y^* відповідно з правилом навчання нейронної мережі.

Результатом роботи такої мережі є виявлення дисраптора що дасть змогу уникнути негативних наслідків його впливу на систему комунікацій в проектно орієнтованих організаціях, що використовують віртуальні команди.

3.3. Класифікація впливу на комунікації за допомогою нейронної мережі

У цьому розділі представлено експеримент із комбінацією моделі Word2Vec та нейронної мережі створеної за допомогою відкритої програмної бібліотеки машинного навчання TensorFlow. Поєднання цих засобів покращує традиційний підхід до машинного навчання. Word2Vec охоплює семантичний і контекстний зв'язок тексту, який допомагає отримати більш тонку модель виявлення руйнівних областей впливу зацікавленої сторони на процес комунікації. Результати вбудовування Word2Vec надходять як вхідні дані для моделі згорткової нейронної мережі. Такі нейронні мережі [110] відомі здатністю вивчати вкладені представлення за заданим вхідним текстом. Для розробки та оцінки був створений новий набір даних на основі внутрішніх комунікацій в організації під назвою DisFind. Як приклад для створення такого набору даних був взятий набір даних модельного міжнародного дослідження попередніх емоцій і реакцій (ISEAR) [111]. В розділі 2.1 було визначено форми, включно з особами, їх поведінкою, системними проблемами або зовнішніми факторами, які перешкоджають ефективній комунікації: технологічні бар'єри, супротив змінам, негатив, мікроменеджмент, викривлення інформації, недостатня колаборація, зверхність у спілкуванні, затягування часу. Набір даних DisFinding було розділено у набір даних тренування та перевірки. Тренувальний набір даних містить 80% записів для навчання моделі, та набір даних перевірки, що містить 20% записів для аналізу моделі.

Для ефективного застосування зазначеного інструменту слід провести аналіз сучасних напрацювань у галузі класифікаційних алгоритмів глибокого навчання, включаючи згорткову нейронну мережу і вбудовування Word2Vec та ін. Модель, що представлена у [112], реалізує різні методи вбудовування слів і застосування нейронної мережі, для отримання найкращого результату. Як приклад для дослідження були розглянуті нейронні мережі які виявляли емоції в тексті, з застосуванням TF-IDF (від англ. TF – term frequency, IDF – inverse document frequency) – статистичного показника, що використовується для оцінки важливості слів у контексті документа, що є частиною колекції документів. Вага (значимість) слова пропорційна кількості вживань цього слова у документі, і обернено

пропорційна частоті вживання слова у інших документах колекції. Також була проаналізована техніка вбудовування слів bag-of-word і skip-gram та використання різних методів глибокого навчання таких алгоритмів, як довготривала короткочасна пам'ять (ДКЧП, англ. long short-term memory, LSTM), штучна нейронна мережа і рекурентна нейронна мережі разом із згортковою нейронною мережею. Ці експерименти проводилися на вхідних даних українською мовою.

В роботі [113] запроваджують підхід до виявлення емоцій, заснований на глибокому навчанні, що реалізовується способом виклику тексту поза словниковим запасом у класифікації емоцій за допомогою вбудовування слів fastText техніки в поєднанні з архітектурою LSTM. Процес починається зі збору вхідних даних із платформи Twitter, яка потім піддається ряду етапів попередньої обробки тексту. Попередньо оброблений текст являється перетвореним в числові вектори за допомогою методу вбудовування слів fastText. Нарешті, ці вектори подаються у модель LSTM, яка ефективно класифікує введений текст на різні емоційні відтінки.

Дві загальні проблеми, з якими може зіткнутися майже кожне дослідження пов'язане з машинним навчанням, використовуючи нейронні мережі у своїх дослідженнях представлено у [114]. Хоча класичні методи навчання, засновані на правилах, шаблонах або попередньо визначених функціях, більше не вважаються найсучаснішими в багатьох завданнях обробки тексту дослідники все ще часто використовують їх, навіть якщо є краща альтернатива, наприклад нейронні мережі глибокого навчання. Причинами для уникнення використання глибокого навчання може бути відсутність інструментів, адаптованих для конкретного завдання, відсутність навчальних даних, а також часу, обчислювальних ресурсів і бюджетних обмежень.

У роботі [115] розглядається автоматичне виявлення емоцій у публікаціях у соціальних мережах, пов'язаних із психологією розладів. Представлено підхід, що складається з двох частин, де першою є розробка моделі класифікації емоцій з використанням наївного баєсівського класифікатора - ймовірнісного класифікатора, що використовує теорему Баєса для визначення ймовірності приналежності спостереження (елемента вибірки) до одного з класів при припущенні (наївному)

незалежності змінних. Тобто, якщо на основі значень змінних можна однозначно визначити, до якого класу належить спостереження, баєсів класифікатор повідомить ймовірність приналежності до цього класу. У дослідженні також використовувались так звана, машина опорних векторів та алгоритми дерева рішень. Друга частина полягає в застосуванні цієї моделі до публікацій у соціальних мережах у режимі реального часу.

Дослідження [116] представляє різні вбудовування слів техніки з поєднанням як розрідженого, так і щільного векторного представлення слів. Були проведені експерименти з застосуванням методу опорних векторів (англ. SVM, support vector machine) у п'яти різних наборах даних і отримані кращі результати у порівнянні з іншими алгоритмами машинного навчання. Метод опорних векторів це набір схожих алгоритмів навчання з «учителем», що використовують для задач класифікації та регресійного аналізу. Належить до сімейства лінійних класифікаторів, особливою властивістю є безперервне зменшення емпіричної помилки класифікації та збільшення зазору, тому метод також відомий як метод класифікатора з максимальним зазором. Основна ідея методу – переведення вихідних векторів у простір вищої розмірності та пошук розділювальної гіперплощини з найбільшим зазором у цьому просторі. Дві паралельні гіперплощини будуються по обидва боки гіперплощини, що розділяє класи. Гіперплощиною, що розділяє, буде гіперплощина, яка забезпечує найбільшу відстань до двох паралельних гіперплощин. Алгоритм ґрунтується на припущенні, що чим більша різниця або відстань між цими паралельними гіперплощинами, тим меншою буде середня помилка класифікатора.

Використання стратегії глибокого навчання для точної ідентифікації емоцій у письмовому та усному форматах шляхом розпізнавання категорій та розмірів розглянуто в [117]. Дослідження доводить, що більші обсяги даних дозволяють досягти точності більше 60% і зменшити кількість помилок до менше ніж 20% в обох типах завдань порівняно з меншими обсягами даних. Точність ідентифікації емоцій залежить від кількості категорій та обсягу набору даних.

Для навчання та перевірки запропонованої моделі класифікації впливу людини на процеси комунікації за допомогою алгоритму Word2Vec та згорткової нейронної мережі був використаний власний набір даних **DisFinding**. Цей набір був розроблений на основі досвіду проєктно орієнтованої організації та включає архіви даних месенджерів, транскрипції відео та аудіо конференцій, електронні листи, документи та результати анкетованих опитувань.

Під час анкетування респондентам пропонувались конкретні ситуації, щоб виявити їхній вплив на визначені домени комунікацій. Учасники надавали письмові описи свого ставлення, зазначали причини, тригери та реакції, пов'язані з порушеннями процесів комунікації. Набір даних DisFinding містить вісім напрямків впливу дисрапторів на комунікації, представлених у вигляді різних категорій: комунікаційні бар'єри, супротив змінам, негатив, мікроменеджмент, викривлення інформації, недостатня колаборація, зверхність у спілкуванні та затягування часу.

Навчальний набір даних DisFinding складається з 10000 рядків, кожен з яких має три стовпці – «domain», «text» та «id». Стовпець id у наборі даних не важливий для навчання моделі чи прогнозів, оскільки він служить унікальним ідентифікатором для кожного запису. Однак, його потрібно було включити у вихідні дані на початкових етапах роботи для відстеження та постобробки. Тексти в цьому наборі даних вловлюють нюанси та складності робочих і міжособистісних взаємодій, що допомагає моделі виявляти асоціації між конкретними контекстами слів і доменами.

Аналіз даних проводився шляхом перевірки розподілу доменів. Кожна категорія доменів майже однаково представлена у наборі даних DisFinding, що допомагає мінімізувати проблему дисбалансу класів у будь-якій класифікаційній моделі. Збалансування набору даних гарантує, що модель класифікації доменів навчається на широкому діапазоні даних, що забезпечує надійні та точні прогнози. Збалансований розподіл категорій доменів представлений на рисунку 3.3.

Набір даних DisFinding потребує попередньої обробки з метою забезпечення послідовності та якості набору даних перед навчанням моделі. Ці етапи попередньої обробки тексту [118] видаляють шум із даних (наприклад, хештеги,

імена користувачів і пунктуацію), надалі проводиться нормалізація тексту (перетворення тексту на нижній регістр) та управління невідповідності форматування в наборі даних. Дані для тренування і перевірки мають пройти етапи попередньої обробки тексту. Після попередньої обробки набору даних DisFinding містить 98678 унікальних слова як окремі лексеми.

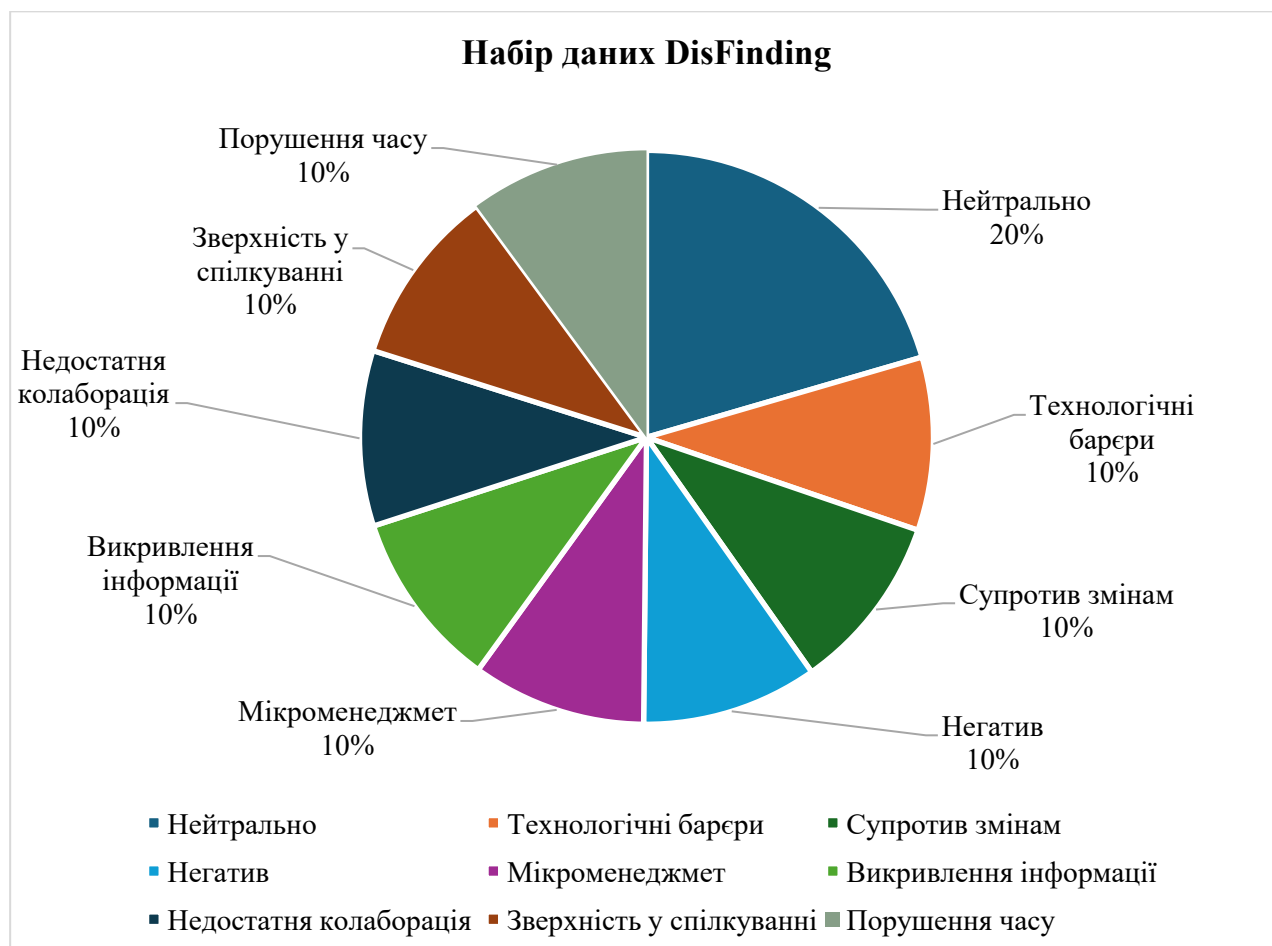


Рис. 3.3. Набір даних DisFinding.

Щоб визначити однаковий вхідний розмір кожного запису в модель, було додано нуль, цей процес називають padding [119]. Максимальна кількість слів у будь-якому записі була визначена як вхідна довжина кожного запису. На рисунку 3.4 представлено навчальний набір даних DisFinding після обробки.

```
array([ 0, 0, 0, ..., 18, 6, 1810],
      [ 0, 0, 0, ..., 658, 18, 94],
      [ 0, 0, 0, ..., 17, 107, 84],
      ...,
      [ 0, 0, 0, ..., 31, 4, 954],
      [ 0, 0, 0, ..., 556, 16, 84],
      [ 0, 0, 0, ..., 556, 85, 786]], dtype=int32)
```

Рис. 3.4. Навчальний набір даних DisFinding після обробки.

Методи вбудовування слів перетворюють введений текст у числовий щільний вектор. Цей вектор використовується в подальшому алгоритмі класифікації. Word2Vec є одним із широко використовуваних методів вбудовування слів які перетворюють введений текст у числовий щільний вектор. Це вирішує проблему розріджених векторів, які з'являються у традиційних методах вбудовування, такі як TF-IDF, тощо. Word2Vec фіксує контекстну інформацію та семантичні зв'язки в тексті.

Для вироблення розподіленого представлення слів, Word2Vec може використовувати дві архітектури моделей: неперервну торбу слів (НТС, англ. continuous bag-of-words, CBOW) та неперервний пропуск-грам (англ. continuous skip-gram). В архітектурі неперервної торби слів модель передбачує поточне слово з вікна слів навколишнього контексту. Порядок слів контексту не впливає на передбачування (або припущення торби слів). В архітектурі неперервного пропуск-граму модель використовує поточне слово для передбачування навколишнього вікна слів контексту. Архітектура неперервного пропуск-граму надає словам найближчого контексту більшої ваги, ніж словам контексту віддаленішого [120].

Отже, завдання моделі CBOW полягає в тому, щоб передбачити слово, що має бути використане в контексті. Визначаються контекстні слова $\{\omega_{t-2}, \omega_{t-1}, \omega_{t+1}, \omega_{t+2}\}$ для передбачення центрального слова ω_t . Кожне контекстне слово ω_{t-i} перетворюють у векторне представлення за допомогою шару вбудовування, що дає вектори $\vec{v}_{\omega_{t-i}}$.

Далі слід вираховувати середнє значення всіх векторних представлень контекстних слів (3.1).

$$\vec{v}_{context} = \frac{1}{2m} \sum_{-m \leq i \leq m, i \neq 0} \vec{v}_{\omega_{t+i}} \quad (3.1)$$

де: $2m$ – кількість контекстних слів.

Середнє векторне представлення $\vec{v}_{context}$ передається через приховані шари та Softmax функцію для передбачення ймовірності кожного слова у словнику. Skip-gram – це модель векторного представлення слів у природній мові, яку використовують для навчання нейронних мереж із векторним вбудовуванням слів. Ця модель спроектована для передбачення контексту слова в тексті на основі цього слова. Основна її задача полягає в максимізації виразу (2).

$$\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \sum_{-k \leq j \leq k, j \neq 0} \log P(\omega_{t+j} | \omega_t) \quad (3.2)$$

де: T - загальна кількість слів;

k - розмір контексту;

ω_t - центральне слово;

ω_{t+j} - контекстне слово.

Загалом, модель допомагає виробляти вбудовані вектори слів, які враховують семантичні зв'язки між словами в тексті. Ймовірність передбачення контекстного слова обчислюється за допомогою функції Softmax.

Робота Word2Vec ґрунтується на контекстній близькості слів [121]. Слова, що зустрічаються в тексті поряд з однаковими словами, а отже, мають схожий зміст, матимуть близькі вектори. Отримані векторні представлення слів можуть бути використані для обробки природної мови та машинного навчання. Після попередньої обробки набору даних DisFinding, Word2Vec перетворює текстові дані на матрицю вбудовування. Кожне слово було зіставлено з попередньо

підготовленим вектором Word2Vec і сформовано слово для матриці, що використовується алгоритмами класифікації як вхідні дані для розробки моделі.

Штучні нейронні мережі продемонстрували відмінні результати в завданнях класифікації текстів. Вони визначають особливості даних шляхом застосування операції згортання та розуміння ієрархічних представлень вхідних даних. На рисунку 3.5 представлено запропонований підхід для кількісної оцінки впливу дисраптора на середовище комунікації.

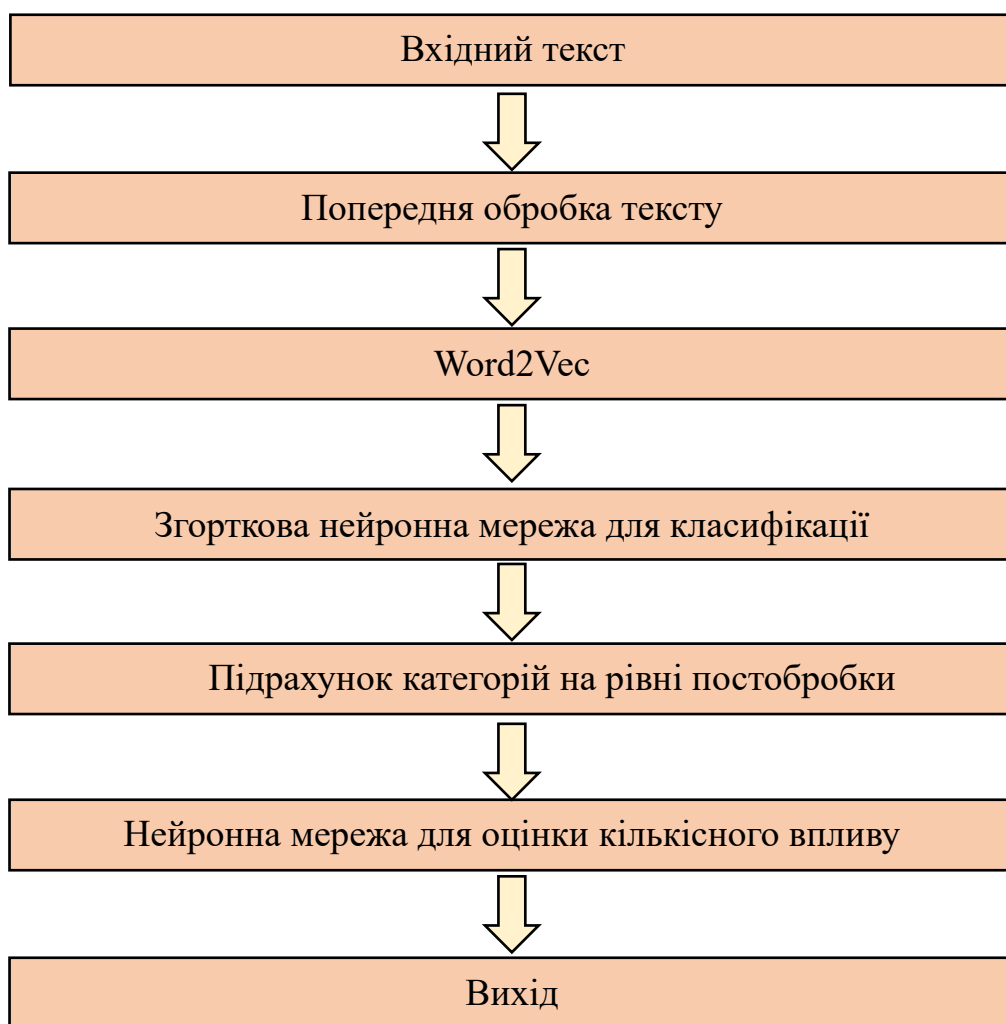


Рис. 3.5. Кількісна оцінка впливу дисраптора на середовище комунікації.

Даний підхід передбачає що вхідний текст попередньо обробляється і переходить до Word2Vec. Отримані векторні уявлення слів можуть бути використані для обробки природної мови та машинного навчання. Тож ці дані отримуються нейронною мережею для класифікації областей впливу дисраптора. Застосована згорткова мережа проводить аналіз локальних особливостей з тексту

та створює ієрархічні представлення. В результаті мережа проводить класифікацію даних щодо процесу комунікації, які оцінює наступна нейронна мережа. В результаті обчислень мережа надає чисельне значення впливу на комунікації.

Для навчання моделі Word2Vec були використані попередньо підготовлені текстові дані без позначок. Ці вбудовані слова зберігають семантичну та контекстну інформацію, що необхідна для розуміння впливу на різні області комунікацій. Архітектура згорткової нейронної мережі була реалізована в середовищі Jupyter за допомогою бібліотек TensorFlow і Keras.

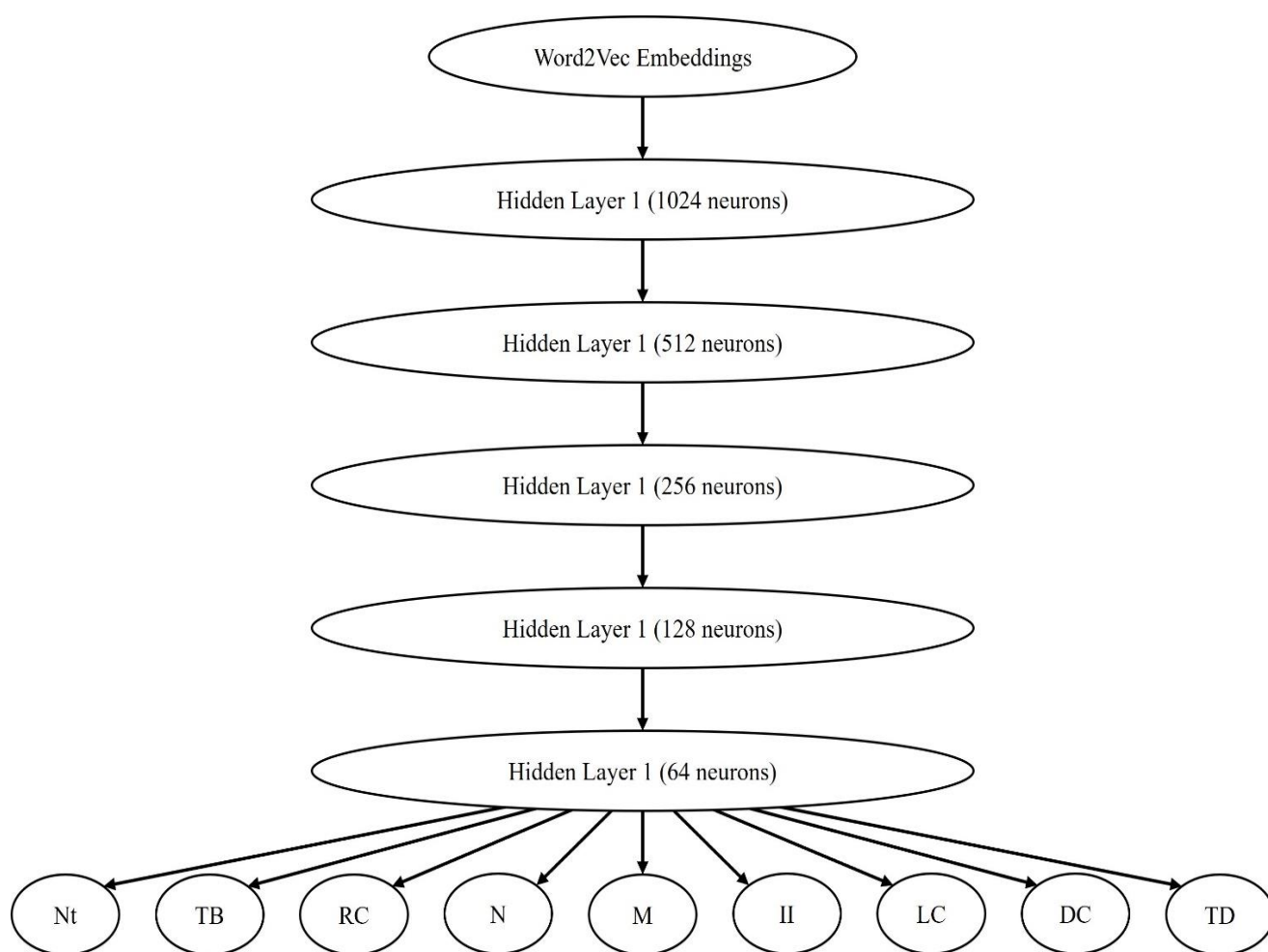


Рис 3.6. Модель штучної нейронної мережі DisFind.

Модель нейронної мережі включала одновимірний згортковий шар, який відповідає за виявлення локальних патернів у текстових даних. На внутрішньому рівні моделі використовувалася функція активації ReLU (див. розділ 2.3), яка допомагає моделі знаходити нелінійні взаємозв'язки в даних. У вихідному шарі

застосовувалася функція активації SoftMax, яка дозволяє моделі здійснювати багатокласову класифікацію.

Структура нейронної мережі є глибокою нейронною мережею. Основні характеристики мережі такі:

- **Вхідний шар.**

1. Word2Vec Embeddings – векторне подання слів, яке передає інформацію про вхідні дані у вигляді числових векторів. Використовується для представлення текстових даних у машинному навчанні.

- **Приховані шари:**

1. Hidden Layer 1: 1024 нейрони.
2. Hidden Layer 2: 512 нейронів.
3. Hidden Layer 3: 256 нейронів.
4. Hidden Layer 4: 128 нейронів.
5. Hidden Layer 5: 64 нейрони.

- **Кожен прихований шар** обробляє інформацію, передаючи її на наступний рівень абстракції. Чим більше шарів, тим складніші функції може навчитися розпізнавати модель.

- **Вихідний шар.** Мережа має кілька виходів, які відповідають за передбачення різних категорій або проблем комунікації:

1. Nt (Neutral).
2. TB (Technological barriers).
3. RC (Resistance to Change).
4. N (Negativity).
5. M (Micromanagement).
6. II (Inaccurate Information).
7. LC (Lack of Collaboration).
8. DC (Dominating Conversations).
9. TD (Time Disruption).

Мережа має п'ять прихованих шарів, що є значною глибиною для нейронної мережі (див. Додаток В). Глибина мережі дозволяє моделі вивчати складні

закономірності та відношення в даних на різних рівнях абстракції, починаючи від простих представлень до більш узагальнених та комплексних.

Оптимізація параметрів моделі здійснювалася за допомогою алгоритму Адама (Adaptive Moment Estimation). Цей оптимізатор був обраний через його ефективність у швидкому та стабільному оновленні вагів моделі під час навчання.

Для візуалізації високовимірних даних використаний метод t-SNE (t-distributed Stochastic Neighbor Embedding), який допомагає знизити вимірність даних та виявити кластери у просторовому представленні. На рисунку 3.7 представлено результати цієї візуалізації, що демонструють групування даних за різними областями впливу в комунікаціях.

Метод головних компонент, зображений на рис. 3.8, використовується для вивчення взаємозв'язків між досліджуваними показниками. За його допомогою можна виявляти приховані показники (фактори), які відповідають за наявність лінійних статистичних зв'язків (кореляцій) між ними. Крім того, визначення більш впливових, за умов проведення досліджень, факторів серед первинно обраних показників, а також виявлення статистичного зв'язку визначають обґрунтованість висновків щодо ефективності тих чи інших впливів на досліджувану систему.

На рисунку 3.9 представлена гістограма зміщень (bias histogram) для нейронної мережі, яка здійснює класифікацію тексту за дев'ятьма категоріями, що включають вісім доменів комунікації та відсутність впливу. Аналіз форми розподілу показує, що значення зміщень зосереджені навколо нуля, що свідчить про добре відкалібровані параметри без значних упереджень. Водночас на гістограмі спостерігається наявність двох виражених піків з обох боків від нульового значення, що може вказувати на структурні особливості розподілу ваг нейронів або відмінності у впливі різних категорій тексту на модель.

Гістограма містить рівні, що можуть відповідати різним шарам нейронної мережі або етапам тренування. За результатами аналізу можна зробити висновок про тенденцію до звуження розподілу на глибших рівнях, що може свідчити про стабілізацію значень bias у пізніх шарах моделі. Діапазон зміщень знаходиться в межах від -0.009 до 0.011, що є невеликими значеннями і вказує на відсутність

значного перекосу в навчанні. Це означає, що модель збалансована та не має вираженої схильності до вихідних шарів моделі.



Рис. 3.7. T-розподілене вкладення стохастичної близькості.

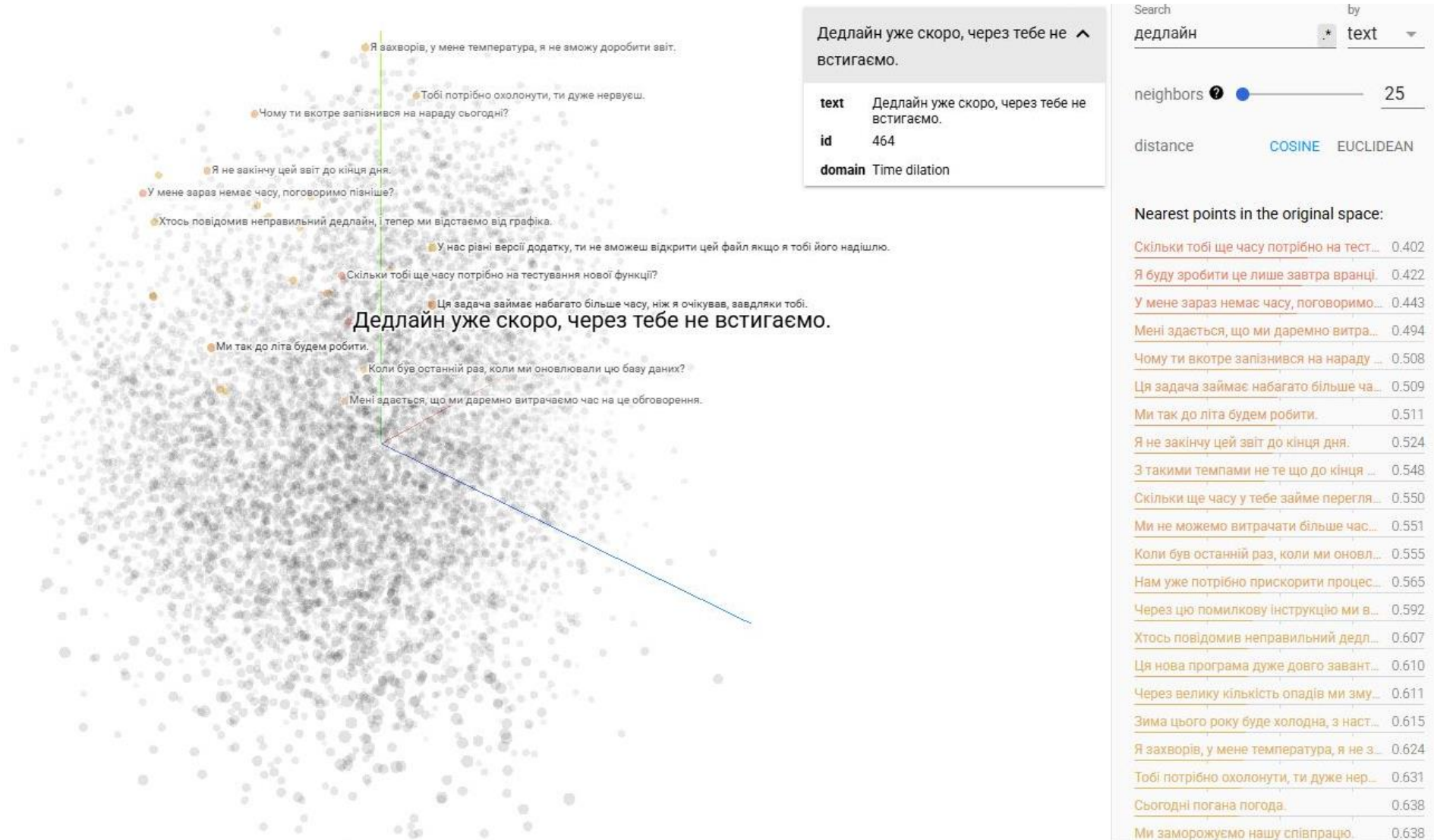


Рис. 3.8. Метод головних компонент.

bias/histogram

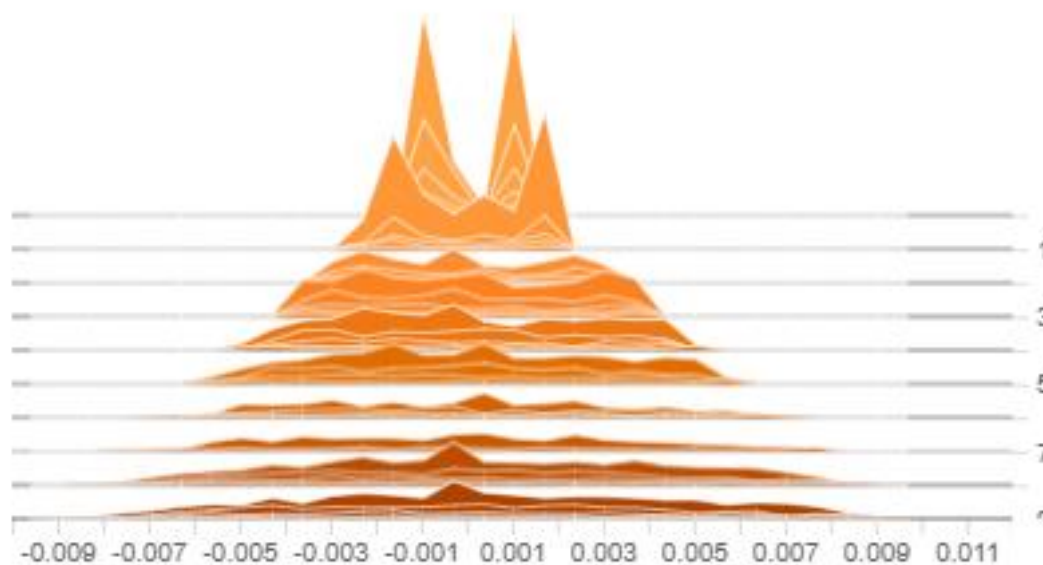

 20250122-152632\...


Рис 3.9. Гістограма зміщень для нейронної мережі.

Загальний аналіз гістограми вказує на стабільність моделі та її здатність до узагальнення.

На рисунку 3.10 представлений графік точності (epoch accuracy) для нейронної мережі, що класифікує текст за дев'ятьма категоріями. Графік відображає зміну точності моделі під час навчання (train accuracy) та валідації (validation accuracy) в залежності від кількості епох.

Графік навчальної вибірки (train) вказує на поступове зростання точності, особливо помітне на перших епохах, що свідчить про здатність моделі навчатися на представлених даних. Максимальна досягнута точність перевищує 0.8, що вказує на відповідну складність моделі а також на те, що дані не є занадто складними для поточної архітектури мережі.

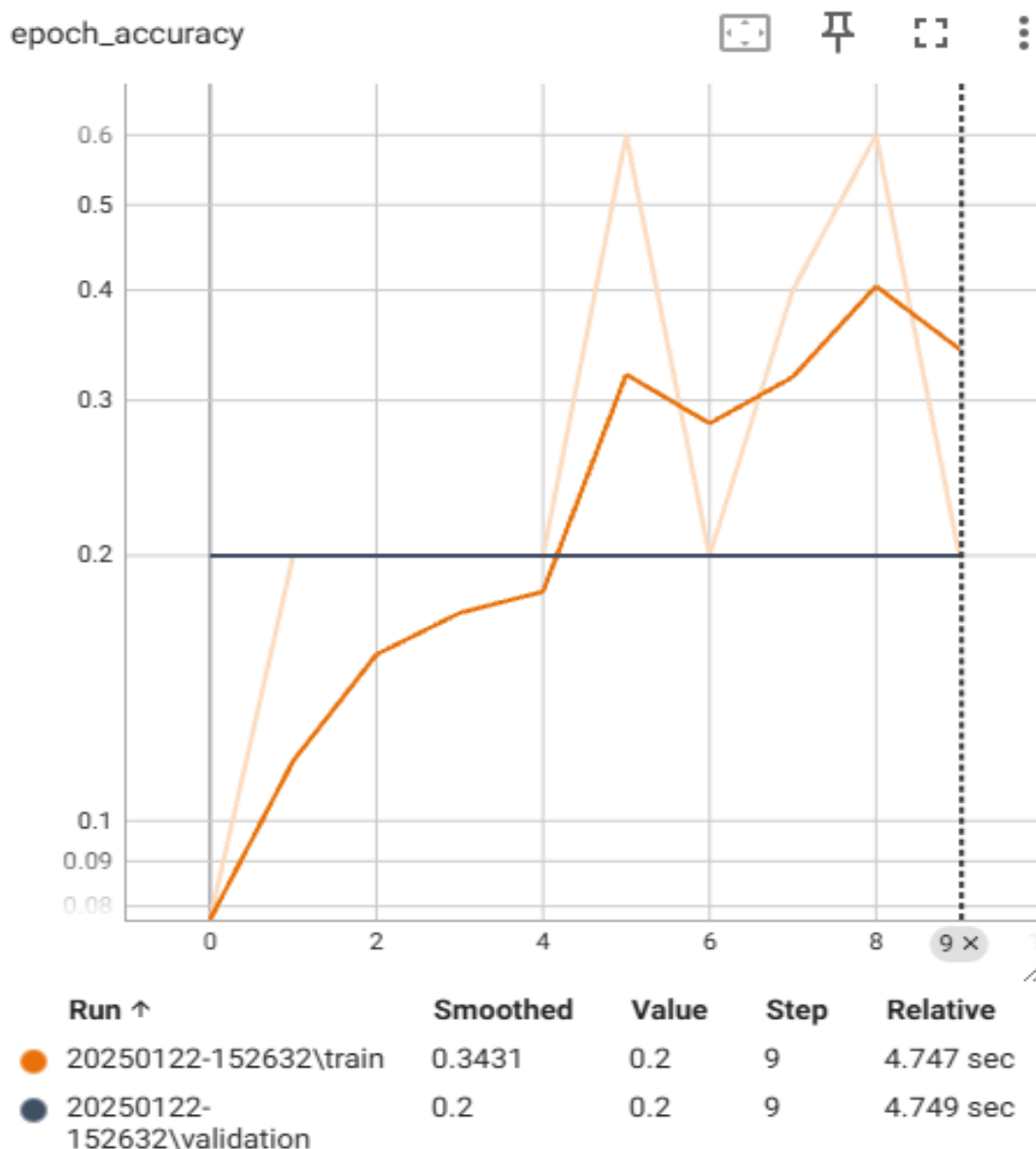


Рис. 3.10. Графік точності для нейронної мережі.

На рисунку 3.11 представлено графік втрат (epoch loss) під час навчання нейронної мережі, що класифікує текст на дев'ять категорій. Графік відображає зміну значень функції втрат для тренувальної та валідаційної вибірок залежно від кількості епох. Значення функції втрат для навчальних даних поступово знижується, що свідчить про те, що модель успішно навчається на тренувальній вибірці. На останній епосі значення втрат стало нижчим за 1.5, що може бути ознакою гарного пристосування до навчальних даних.



Рис 3.11. Графік втрат під час навчання нейронної мережі

Гістограма kernel weights на рисунку 3.12 демонструє розподіл ваг нейронної мережі на різних етапах навчання. Основною особливістю графіка є симетричний розподіл навколо нуля, що свідчить про збалансовану ініціалізацію ваг. Більшість значень знаходяться в межах $[-0.05, 0.05]$, що вказує на стабільний процес навчання без значних відхилень та ризику градієнтного вибуху.

Протягом навчання спостерігається поступове зменшення варіативності ваг між епохами. На ранніх етапах розподіл є ширшим, проте з часом він стає більш компактним, що свідчить про наближення мережі до оптимальних параметрів. Відсутність значних відхилень у значеннях ваг вказує на те, що модель не має проблем із переобчисленням ваг або перенавчанням, що могло б проявитися у зміщенні розподілу в позитивний або негативний бік.

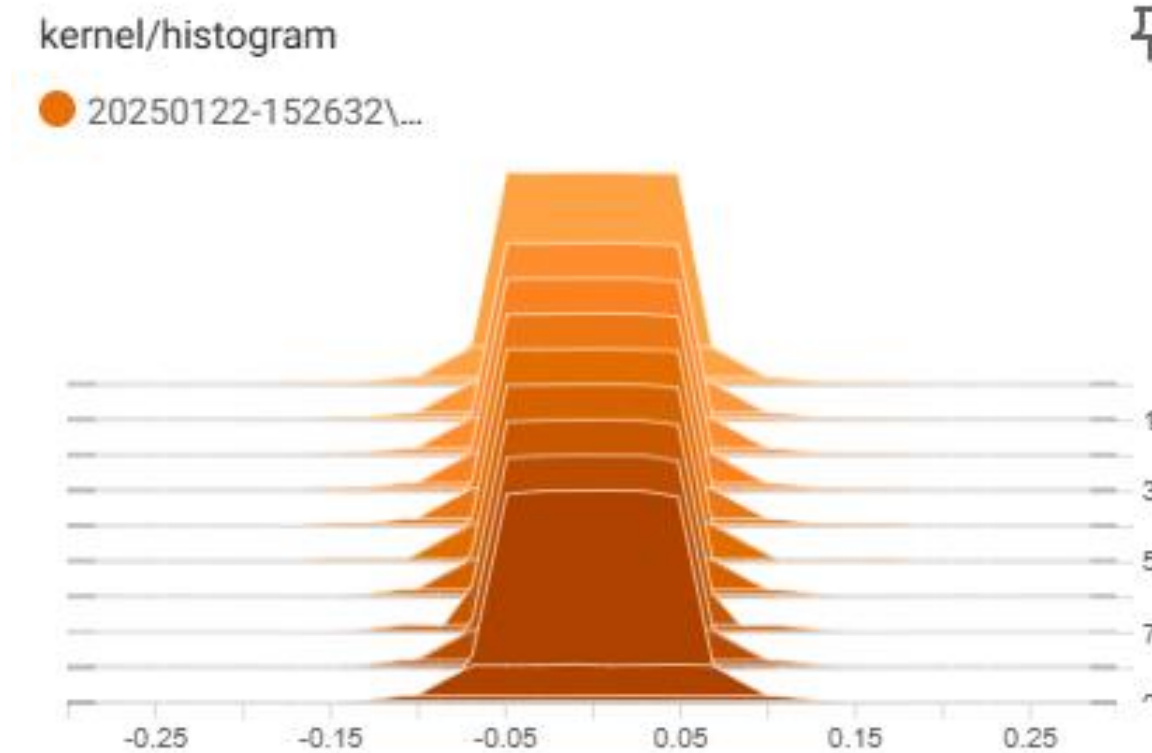


Рис. 3.12. Розподіл ваг нейронної мережі на різних етапах навчання.

Загалом аналіз гістограми вказує на стабільний процес навчання нейронної мережі без значних аномалій. Ваги сходяться до оптимальних значень, що є ознакою правильно налаштованого процесу навчання.

Також для оцінки продуктивності моделей класифікації було використано матрицю помилок [122], яка показує, як часто справжні класи збігаються з передбаченими класами. Показники помилок в наборі даних представлені на рисунку 3.13.

Оскільки датасет вміщує великий обсяг елементів, що нерівномірно розподілені, в цьому випадку прийнято для обчислення «влучності», «повноти» та «F-міри» використовувати нормалізовані значення відповідних значень комірок. Нормалізоване значення отримують шляхом ділення абсолютного значення комірки на кількість зразків для кожного класу.

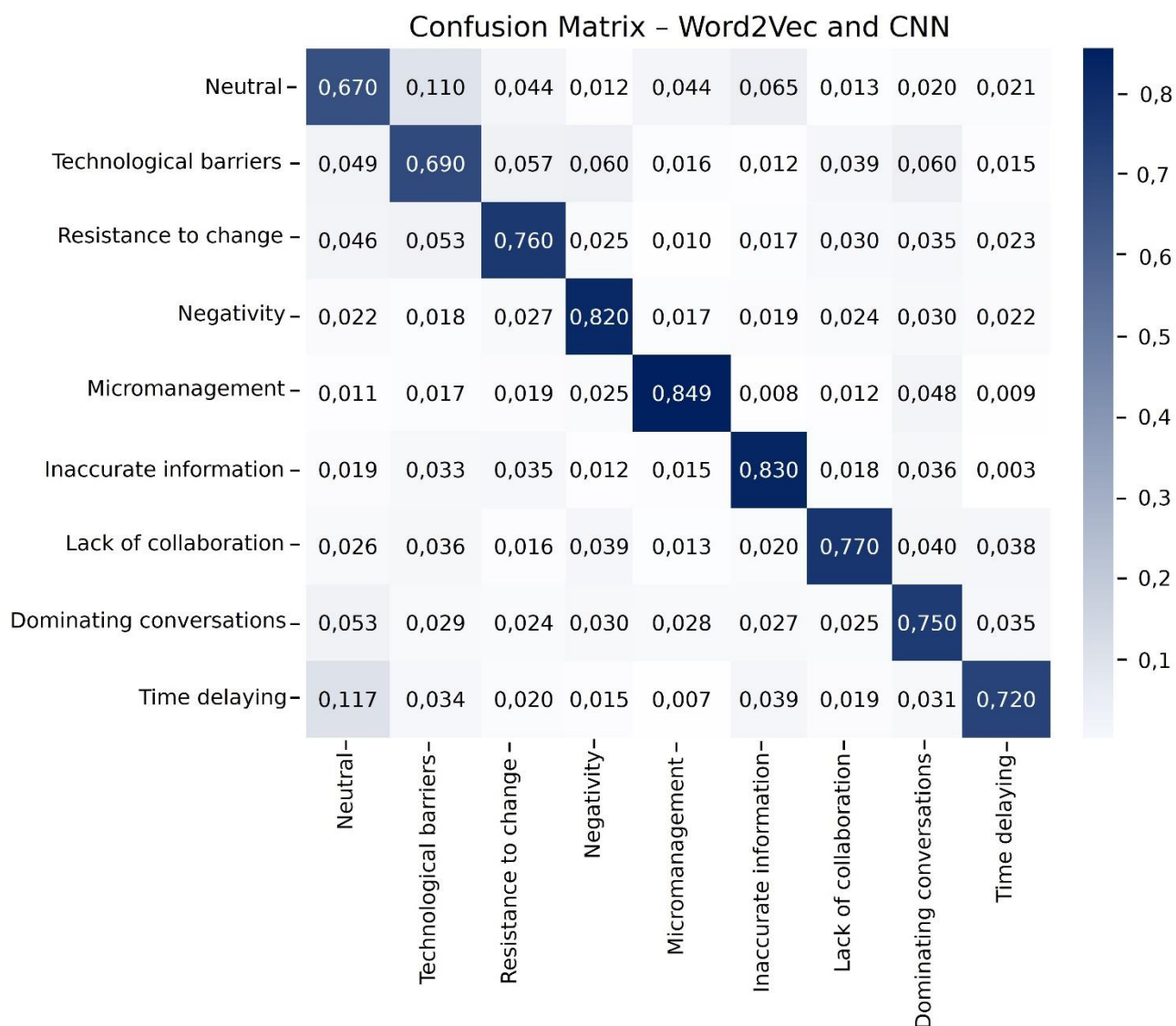


Рис. 3.13. Матриця помилок DisFind.

За результатами аналізу матриці було визначено що, запропонований підхід з хорошою точністю класифікує всі сфери впливу на комунікації. Після того як області впливу були класифіковані їх слід оцінити. Для цього необхідно розробити та навчити наступну нейронну мережу яка на основі цих даних могла кількісно оцінити такий вплив і таким чином в результаті визначити на скільки дисраптор впливає на середовище.

Запропонований підхід дав кращі результати у порівнянні з іншими машинними алгоритмами навчання. Були використані такі метрики як Влучність (*Precision*), Повнота (*Recall*) та F-міра (*F1 Score*), для розуміння продуктивності моделі та її порівняння з існуючими підходами.

F-міра є однією з мір точності тесту, її обчислюють через влучність та повноту тесту, де влучність є числом правильно визначених позитивних результатів, поділеним на число всіх позитивних результатів, включно з визначеними неправильно, а повнота є числом правильно визначених позитивних результатів, поділеним на число всіх зразків, які повинно було бути визначено як позитивні.

Для розрахунку метрик на основі нормалізованої матриці плутанини потрібно мати загальну кількість зразків для кожного класу. Вона представлена в наборі даних і становить:

- Нейтральний – 2053;
- Технологічні бар'єри – 978;
- Супротив змінам – 1001;
- Негатив – 994;
- Мікроменеджмент – 983;
- Викривлення інформації – 1005;
- Недостатня колаборація – 991;
- Зверхність у спілкуванні – 1004;
- Затягування часу – 1011.

Метрики для розрахунку:

- Precision (Влучність) для класу j :

$$Precision_j = \frac{TP_j}{TP_j + FP_j} \quad (3.3)$$

- Recall (Повнота) для класу j :

$$Recall_j = \frac{TP_j}{TP_j + FN_j} \quad (3.4)$$

- F1 Score (F-міра) для класу j :

$$F1_j = 2 \cdot \frac{Precision_j \cdot Recall_j}{Precision_j + Recall_j} \quad (3.5)$$

де: TP_j – істинно позитивні результати оцінки (true positive);

FP_j – хибно позитивні результати оцінки (false positive);

FN_j – хибно негативні результати оцінки (false negative).

На рисунку 3.14 представлені дані перевірки матриці в наборі даних перевірки DisFind.

	precision	recall	f1-score	support
Neutral	0.80	0.67	0.73	2053
Technological barriers	0.60	0.69	0.64	978
Resistance to change	0.72	0.76	0.74	981
Negativity	0.78	0.82	0.80	994
Micromanagement	0.81	0.85	0.83	983
Inaccurate information	0.75	0.83	0.79	1005
Lack of collaboration	0.80	0.77	0.78	991
Dominating conversations	0.70	0.75	0.73	1004
Time disruption	0.79	0.72	0.76	1011
accuracy			0.76	10000
macro avg	0.75	0.76	0.76	10000
weighted avg	0.76	0.75	0.75	10000

Рис. 3.14. Перевірка матриці в наборі даних.

Дана модель, поєднує вбудовування Word2Vec із згортковими нейронними мережами для виявлення емоцій. Експерименти, проведені на власному наборі даних DisFinding. Запропонована модель досягла необхідних показників точності що було підтверджено матрицею помилок. Така продуктивність підкреслює здатність моделі вловлювати приховані необхідні дані між контекстами слів та емоціями. Використовуючи вбудовування слів Word2Vec, модель ефективно фіксувала семантичні зв'язки та контекстну інформацію, що покращувало розуміння змісту в тексті. Компонент нейронної мережі виділив локальні особливості та вивчив ієрархічні уявлення, забезпечивши надійну класифікацію. Наслідки цього підходу значні для аналізу комунікацій і взаємодії людей в віртуальних командах. Хоча дана модель довела свою ефективність, є потенціал для подальшого вдосконалення. Підвищення точності можна досягти шляхом вивчення інших алгоритмів вбудовування слів. Таким чином в наступному розділі,

дослідження буде направлено на створення мережі яка на основі сформованих даних буде кількісно оцінювати вплив дисраптора на комунікації.

3.4. Навчання нейронної мережі оцінки впливу на комунікації

Перш ніж перейти до безпосередньої оцінки отриманих даних, їх необхідно обробити. Для цього можна використати скрипт на Python, який виконує аналіз даних із файлу CSV, підраховуючи кількість входжень певних категорій у передбачених класах (див. Додаток Г). Спочатку він імпортує необхідні бібліотеки: pandas для обробки CSV-файлу та Counter з модуля collections, який дозволяє підрахувати кількість входжень кожного унікального значення.

Далі визначається список категорій, які необхідно відстежувати. Він містить такі категорії: 'Nt', 'TB', 'RC', 'N', 'M', 'II', 'LC', 'DC', 'TD'. Після цього скрипт відкриває CSV-файл categorized_texts.csv і зчитує його в pandas.DataFrame. Перед тим як розпочати обробку, перевіряється, чи містить файл необхідні стовпці 'text' та 'predicted_category'. Якщо хоча б одного з них немає, скрипт видає помилку та зупиняє виконання.

Далі відбувається підрахунок входжень кожної категорії в стовпці 'predicted_category' за допомогою Counter. Далі формується список рядків у форматі "категорія-кількість", але при цьому категорія 'Nt' виключається з підрахунку. Для кожної категорії використовується category_counts.get(category, 0), щоб гарантувати, що навіть якщо категорія відсутня у вихідних даних, її кількість буде вважатися нульовою.

На рисунку 3.15 предствлена блок-схема роботи постобробки нейронної мережі DisFind. Наприклад, якщо у файлі містяться такі рядки: "Example 1" з категорією TB, "Example 2" також із TB, "Example 3" з RC і "Example 4" з DC, то вихідний список міститиме такі значення: ['TB-2', 'RC-1', 'N-0', 'M-0', 'II-0', 'LC-0', 'DC-1', 'TD-0'].

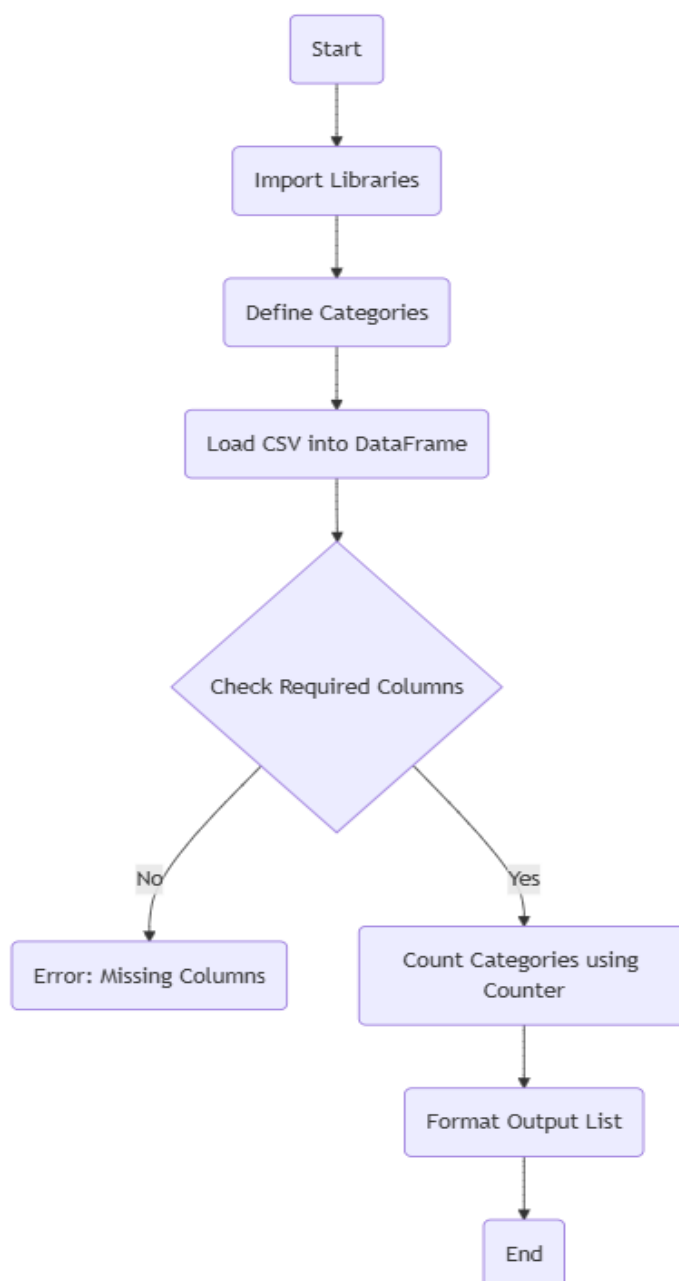


Рис. 3.15. Блок-схема роботи постобробки нейронної мережі DisFind.

Такий підхід дозволяє автоматично аналізувати розподіл категорій у текстах, визначати частоту та оцінювати результати роботи моделей машинного навчання, які класифікують текстові дані. Реалізація скрипту поза нейронною мережею дозволяє змінювати та покращувати алгоритм її розрахунку без перенавчання.

Після роботи скрипту відбувається оцінка числових даних для вирішення регресії, класифікації, прогнозування часових рядів та інших проблем. Бібліотеки Python і Keras, TensorFlow були використані для реалізації нейронної мережі, яка оцінює числові параметри за 10-бальною шкалою, де числові дані зіставляються з

цільовим рейтингом. Зазначений підхід був реалізований у Jupyter Notebook – веб-середовищі інтерактивної розробки.

Для навчання використовувався власний набір даних, який був сформований на основі класифікації текстів, отриманих у результаті роботи **DisFind**. Такий набір даних отримав назву **DisRating**, що має такі атрибути: *Id*, *Text*, *Domain*. Перелік допустимих значень атрибута *Domain*: Комунікаційні бар'єри (CB_i), Опір змінам (RC_i), Негативність (N_i), Мікромеджмент (M_i), Неточна інформація (II_i), Відсутність співпраці (LC_i), Домінуючі розмови (DC_i), порушення часу (TD_i) і нейтральний (Nt_i).

Дані розділені на набори для навчання, перевірки та тестування – 70%, 15%, 15%, як це показано на рис. 3.16.

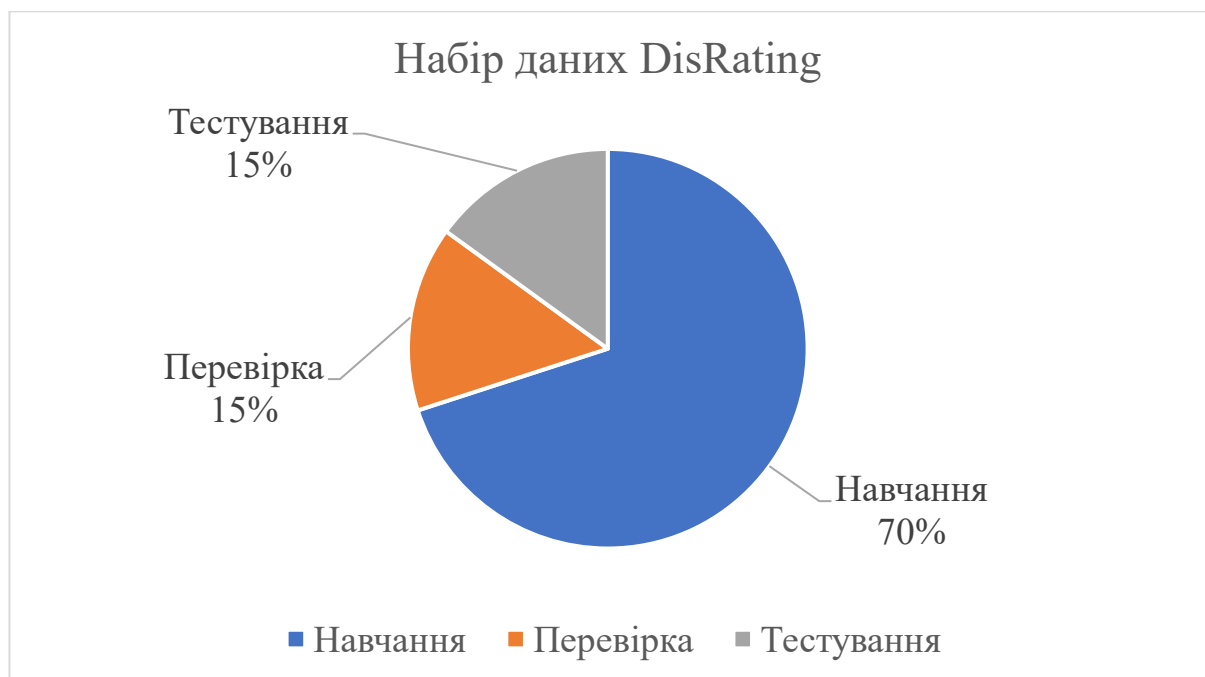


Рис. 3.16. Набір даних DisRating.

Нормалізація даних виконується за допомогою функції `MinMaxScaler` із бібліотеки `sklearn.preprocessing`. Цей метод дозволяє перетворити значення вхідних змінних у діапазон $[0, 1]$. Спочатку завантажуються дані у `numpy`-масив, після чого вони розділяються на вхідні ознаки X і цільові значення Y . Далі застосовується нормалізація за допомогою `MinMaxScaler`. Спочатку виконується навчання

`fit_transform(X)`, де метод `fit()` визначає мінімальні та максимальні значення для кожного стовпця, а `transform()` перетворює всі значення відповідно до заданої формули нормалізації. Надалі нормалізовані дані використовують для поділу на тренувальний та тестовий набори за допомогою `train_test_split`. Нормалізація сприяє швидшому навчанню моделі, запобігає домінуванню змінних із великими значеннями та зменшує ризик виникнення проблем із градієнтним спуском, таких як градієнтний вибух або його зникнення. Таким чином, застосування `MinMaxScaler` забезпечує більш ефективне навчання нейронної мережі та покращує її продуктивність.

Схема нейронної мережі `DisRat` з вхідними значеннями та відповідними оцінками наведена на рисунку 3.17. Модель містить вхідний шар із 8 нейронами, два приховані шари та вихідний шар із 8 нейронами (по одному для кожної оцінки).

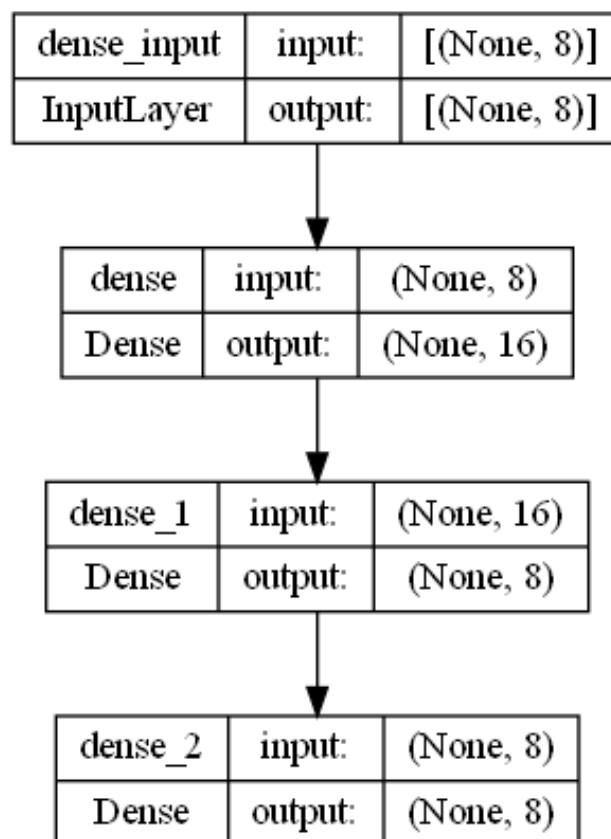


Рис. 3.17. Модель нейронної мережі `DisRat`.

Розглянемо приклад обчислення нормалізованих значень для даних що є в датасеті. Вхідні значення для одного з стовпців складають [223, 100, 150, 200]. Мінімальне значення у цьому наборі дорівнює 100, а максимальне 223. Після застосування формули нормалізації 223 перетворюється на 1.00, 100 на 0.00, 150 відповідно на 0.41, а 200 на 0.81. Це означає, що після виконання MinMaxScaler модель отримає значення, приведені до спільного масштабу, що покращує стабільність градієнтного спуску під час навчання.

Модель навчається на даних навчання та перевіряється, щоб запобігти перенавчанню, оцінюється на основі даних тестування, і робляться прогнози для нових вхідних значень (див. Додаток Д). Такий підхід дозволяє одночасно оцінювати кілька значень за 10-бальною шкалою за допомогою нейронної мережі, що спрощує процес подальшої обробки вихідних значень.

Аналіз нейронної мережі був проведений кількома способами: гістограми зміщення, оцінка щільності ядра, графік зміни втрат за ітерацією та графік середньої абсолютної похибки.

Гістограма зміщення надає дані про розподіл значень зсуву в мережі. Аналіз цих гістограм допомагає зрозуміти, як нейрони взаємодіють із вагами та активаціями. Навчальна діагностика допомагає виявити проблеми з активаціями нейронів. Оптимізація моделі дозволяє зрозуміти, які шари потребують більш точного налаштування. Аналіз активацій показує які нейрони активно використовуються.

Гістограма зміщення, зображена на рис. 3.18 [123], допомагає діагностувати та оптимізувати модель, надаючи візуальну інформацію про розподіл і зміну зсувів під час навчання. Цей графік є гістограмою зміщення, яка відстежує розподіл значень зсуву в моделі під час навчання або оцінювання. Вісь X: представляє значення зсуву в діапазоні приблизно від -0,08 до 0,12. Вісь Y: представляє навчальні ітерації або епохи, позначені як рівні вздовж вертикальної. Вісь Z (висота стовбців гістограми): показує частоту (або кількість) значень зсуву в різні епохи.

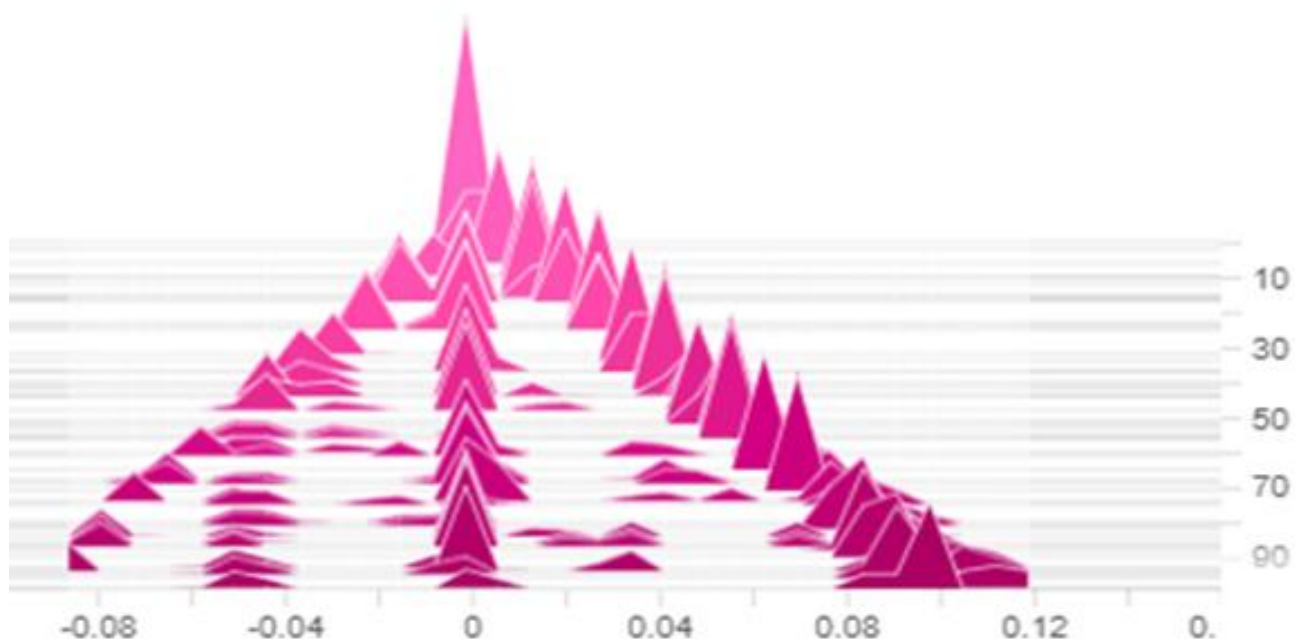


Рис. 3.18. Гістограма зміщення.

Кожна ітерація представлена як трикутний «зріз», утворюючи складану тривимірну гістограму. Вершина трикутників відповідає найпоширенішому значенню зсуву на кожному етапі навчання.

Більшість значень зміщення зосереджено навколо 0, при цьому розподіл значень нейронів відбувається симетрично як у позитивному, так і у негативному напрямках. Форма показує, що зміщення ініціалізуються близько нуля та залишаються рівномірно розподіленими під час навчання.

Протягом епох (переміщення вгору по осі ординат) розподіл значень нейронів залишається послідовним із легким розповсюдженням до хвостів. Це означає, що зміщення коригуються під час навчання, але залишаються обмеженими в невеликому діапазоні. Вузький розкид і послідовний розподіл дозволяють зробити висновок, що терміни зміщення моделі добре врегульовані та стабільні протягом усього процесу навчання.

Методом аналізу за замовчуванням є оцінка щільності ядра (Kernel density estimation – KDE) (див. рис. 3.19), із застосуванням згладжування ядра для оцінки щільності ймовірності, тобто непараметричного методу для оцінки функції щільності ймовірності випадкової змінної на основі ядер як ваг. KDE вирішує

фундаментальну проблему згладжування даних, коли висновки про сукупність робляться на основі кінцевої вибірки даних. У деяких галузях, таких як обробка сигналів та економетрика, його також називають віконним методом Парзена–Розенблатта [124, 125].

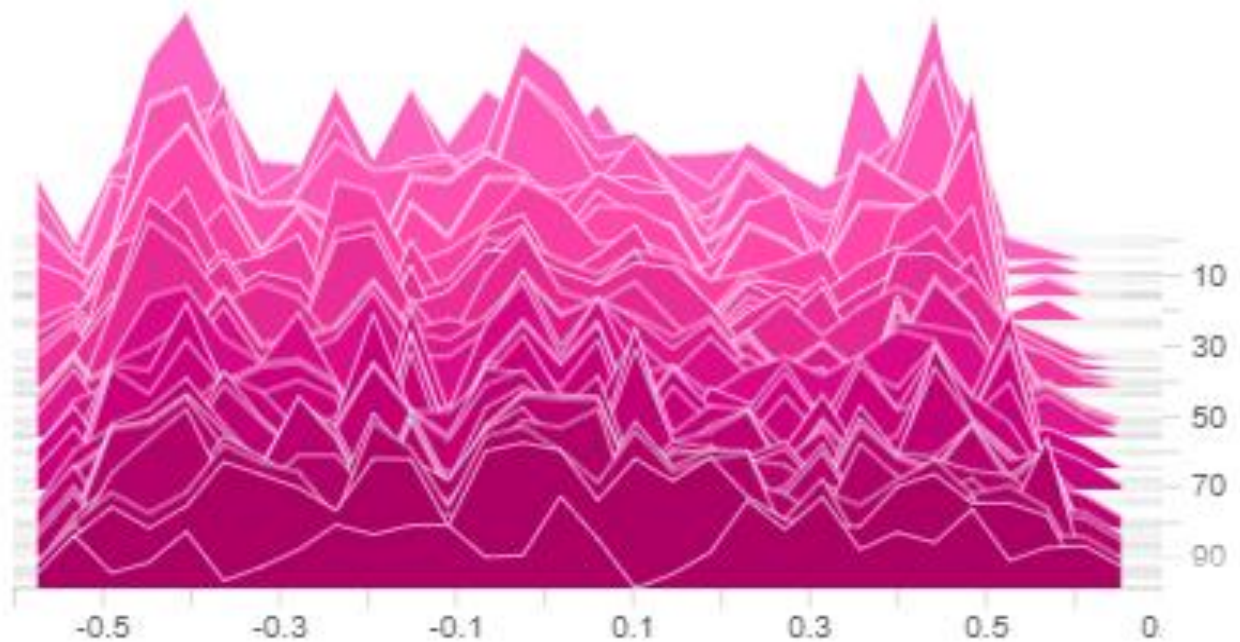


Рис. 3.19. Гістограма оцінки щільності ядра.

Одним із відомих застосувань оцінки щільності ядра є оцінка граничної щільності даних, визначеної класом, при використанні наївного баєсового класифікатора, що може підвищити точність передбачення [126].

Кожна крива являє собою оцінену щільність ймовірності для певного набору даних або групи даних. При накладанні кривих одна на одну можна провести аналіз зміни щільності за різними групами. В даному випадку використовується градієнт рожевих відтінків із темнішими ділянками, що вказує на накладання або більш щільні області. Вісь абсцис (горизонтальна вісь) представляє змінну, для якої оцінюється щільність, зі значеннями в діапазоні приблизно від -0,5 до 0,5. Вісь ординат (вертикальна вісь), представляє кумулятивне накладання щільностей або груп, потенційно позначаючи їх відносні частоти або пропорції.

Графік втрат, наведений на рис. 3.20, є інструментом аналізу процесу навчання нейронної мережі. Він показує, як змінюється значення функції втрат на наборах даних навчання та перевірки з проходженням кожної епохи навчання [127]. Це допомагає зрозуміти, наскільки добре модель навчається і чи є у неї проблеми з перетренованістю або недотренованістю. Побудова цього графіка була реалізована за допомогою бібліотеки TensorFlow та її візуалізації TensorBoard.

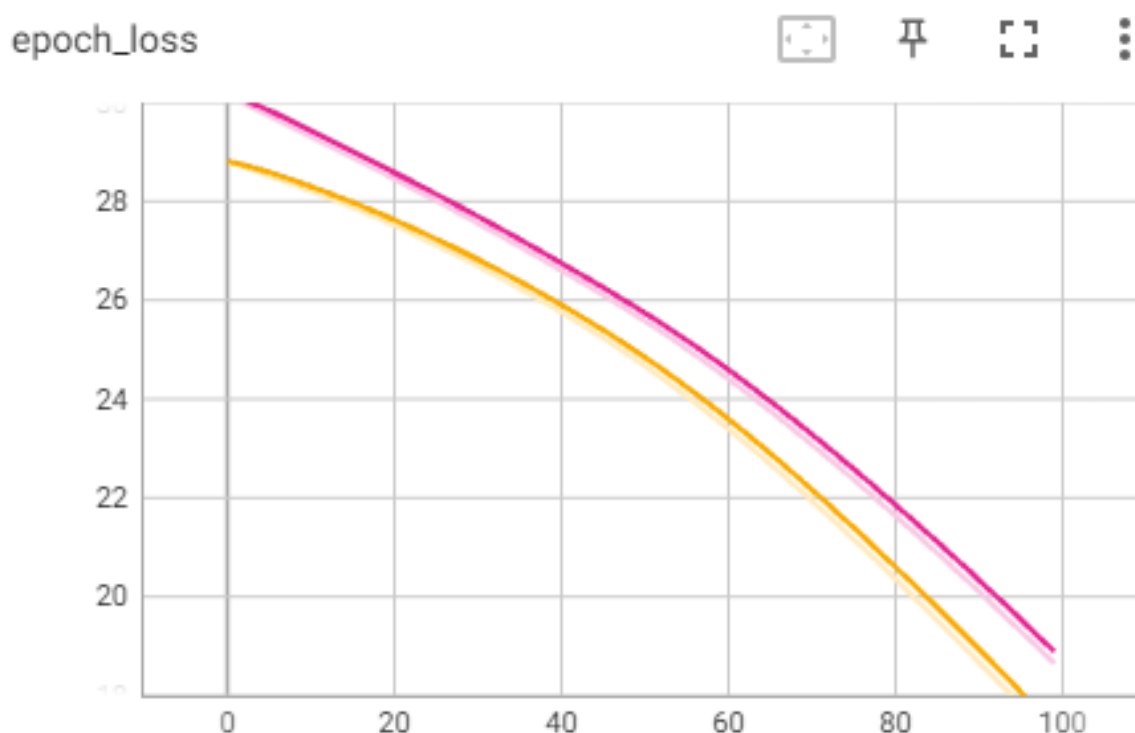


Рис. 3.20. Графік втрат нейронної мережі під час навчання.

Графік відображає, як змінюється втрата наборів даних навчання та перевірки з проходженням кожної епохи. Побудова та аналіз графіка втрат за епохами є частиною процесу навчання нейронної мережі. Це допомагає зрозуміти, як модель навчається, і виявити проблеми з перетренуванням або недостатнім тренуванням. Вісь x представляє кількість ітерацій або епох (від 0 до 100). Вісь ординат представляє значення втрати, починаючи приблизно з 28 і зменшуючись до значення нижче 20. Обидві криві (пурпурова та помаранчева) демонструють тенденцію до зменшення, вказуючи на те, що втрати зменшуються впродовж навчання, що є типовим для успішної оптимізації моделі. Пурпурова крива має

вищі значення втрат, ніж помаранчева протягом епох, що свідчить про те, що вона може представляти модель із повільнішою конвергенцією або вищими початковими втратами. Помаранчева крива сходиться швидше та зберігає менші втрати порівняно з пурпуровою, що вказує на те, що вона може бути з кращої конфігурації. Обидві криві демонструють ефективне навчання (втрати зменшуються з епохами). Помаранчева конфігурація вказує на кращі налаштування гіперпараметрів або більш ефективну архітектуру моделі. Зменшення втрат у наборі навчальних даних вказує на те, що модель успішно навчена та мінімізує помилку. Зменшення втрат у наборі перевірки показує, що модель також добре працює з невидимими даними.

Моніторинг графіка дозволив прийняти зважені рішення щодо налаштування гіперпараметрів і вдосконалення моделі.

Графік зміни втрат (loss) за ітерацією також є інструментом для аналізу процесу навчання нейронної мережі. Він дозволяє візуалізувати, як змінюється функція втрат під час навчання, допомагає визначити, наскільки ефективно модель навчається на даних навчання та перевірки. Такий графік побудований за допомогою бібліотеки TensorFlow (див. рис. 3.21).

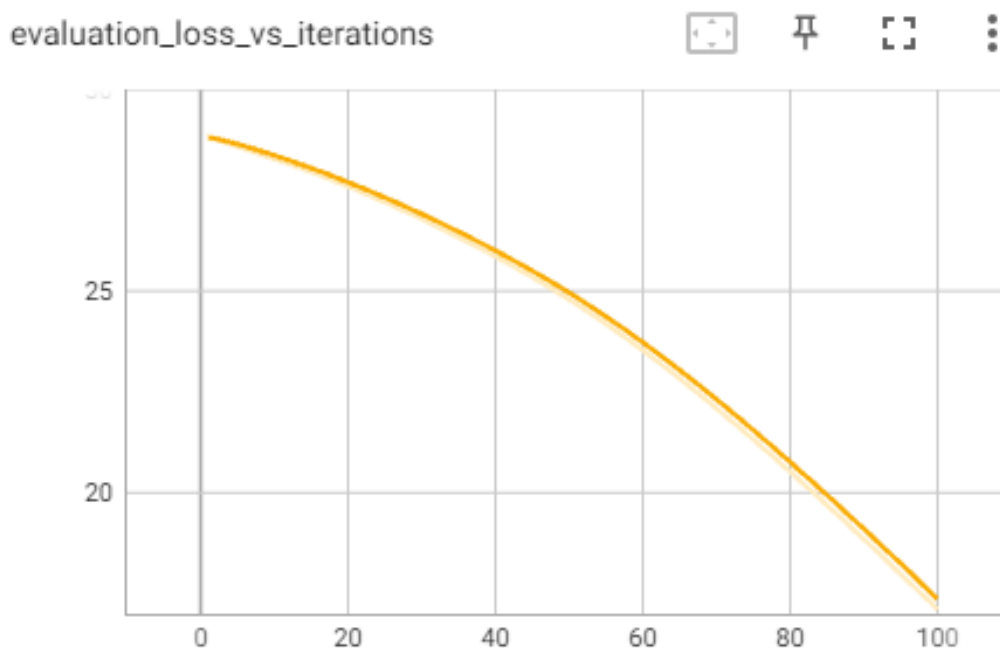


Рис. 3.21. Зміна втрат за ітерацією.

Зменшення втрат у наборі навчальних даних вказує на те, що модель успішно навчена та мінімізує помилку в навчальних даних. Це показує зменшення втрат на перевірочному наборі модель також добре працює з невидимими даними. Крива є плавною, що вказує на стабільну оптимізацію та відсутність різких змін або ознак перенавчання. Таким чином, графік втрат за ітерацією відображає, як модель навчається. Втрата оцінки має подібну тенденцію до втрати навчання (на основі попереднього рисунку 3.20), що вказує на оптимальне узгодження моделі між навчанням та оцінюванням. Швидкість зменшення втрат сповільнюється, коли крива наближається до нижньої межі, що є типовим для процесів оптимізації, що наближаються до конвергенції.

Графік середньої абсолютної похибки (Mean Absolute Error – MAE) за епохами показує, як змінюється середня абсолютна похибка на наборах даних навчання та перевірки під час проходження кожної епохи (див. рис. 3.22) [128].

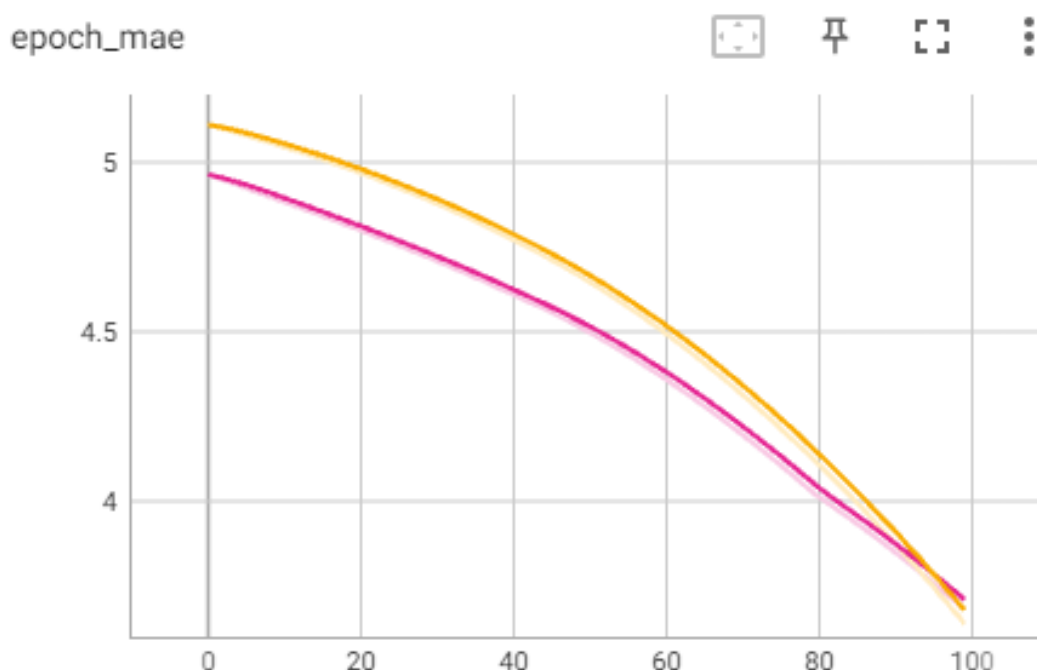


Рис. 3.22. Графік середньої абсолютної похибки за епохами.

Аналіз графіка дозволяє провести аналіз процесу навчання моделі та оцінити її ефективність. Зменшення MAE на наборі навчальних даних вказує на те, що модель успішно навчена, мінімізує середню абсолютну похибку та добре працює на невидимих даних. Розбіжність набору даних означає, що якщо MAE на наборі

даних перевірки починає збільшуватися, тоді як набір навчальних даних продовжує зменшуватися, це може свідчити про перенавчання моделі [129].

Побудова та аналіз графіка MAE за епохами є частиною процесу навчання нейронної мережі. Це допомагає зрозуміти, як модель навчається, і виявити проблеми з перетренуванням або недостатнім тренуванням. Графік MAE за ітераціями візуалізує як змінюється середня абсолютна похибка в наборах даних навчання та перевірки під час проходження кожної ітерації навчання. Це дозволяє налаштувати процес навчання моделі та її здатність узагальнювати дані.

На вісі x зазначається кількість епох у діапазоні від 0 до 100. Кожна епоха відповідає одному повному проходу через навчальний набір даних. Вісь ординат представляє значення MAE із діапазоном від 4 до 5,5.

Помаранчева крива, відображає MAE у навчальному наборі даних. Рожева крива відображає MAE у наборі даних перевірки. Обидві криві мають тенденцію до зниження, що вказує на зменшення помилок впродовж навчання (див. рис. 3.23).

Навчальна крива (помаранчева) вказує на те, що продуктивність моделі покращується (менша помилка) зі збільшенням кількості епох. Крива перевірки (рожева) вказує на зменшення помилки перевірки, що свідчить про те, що модель узагальнює дані без значного перенавчання. Через 80 – 100 епох обидві криві наближаються одна до одної та стабілізуються, що свідчить про конвергенцію моделі.

Графік MAE протягом ітерацій відображає, як модель навчається, що дозволяє виявити проблеми з перетренуванням або недостатнім тренуванням. На рис. 3.23 показано як змінюється MAE для наборів даних навчання та перевірки під час кожної ітерації. Крива демонструє тренд на спад, показуючи, що помилка зменшується зі збільшенням кількості ітерацій.

Послідовне зниження MAE вказує на те, що модель покращує продуктивність (кращі прогнози з меншою похибкою), оскільки вона обробляє більше ітерацій. Ближче до кінця (100 ітерацій) крива вирівнюється, що свідчить про те, що модель наближається до конвергенції.

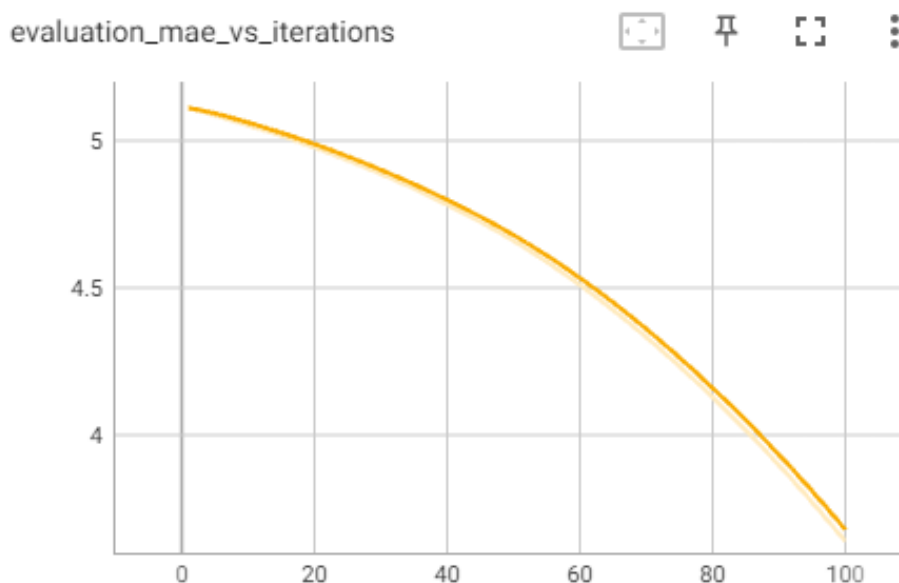


Рис. 3.23. Графік середньої абсолютної похибки за ітераціями.

Після оцінки сфери впливу кожної окремої особи необхідно визначити, наскільки це кількісно впливає на спілкування у віртуальних командах загалом. Для цього використовується діаграма, що подібна до діаграми що застосовується при аналізі розривів або GAP-аналізі [130]. Створення діаграми аналізу розривів передбачає візуалізацію поточного стану та бажаного стану, визначення розривів і окреслення кроків для усунення таких розривів.

Діаграма впливу дисраптора (далі – ДВД) на середовище комунікацій в проєкті має такі структурні елементи (див. рис. 3.24) та представлена у вигляді радіальної діаграми:

1. *Сфери впливу комунікацій* – зображуються як осі.
2. *Поточний вплив дисраптора за сферою* – вказується на основі оцінки нейронної мережі для кожного виміру на відповідній осі. Область допустимих значень показника поточного впливу – від 0 до 10.
3. *Комплексний поточний вплив дисраптора* – область на діаграмі, що сформована на основі показників поточного впливу дисраптора за сферами (область червоного кольору на діаграмі).
4. *Система комунікацій проєкту за напрямом за відсутності дисраптора* – значення показника за всіма осями (сферами) встановлюється в значення 10.

5. Цілісність системи комунікацій проєкту за відсутності дисраптора – область на діаграмі, що сформована на основі показників системи комунікацій проєкту за напрямом за відсутності дисраптора (область синього кольору на діаграмі).

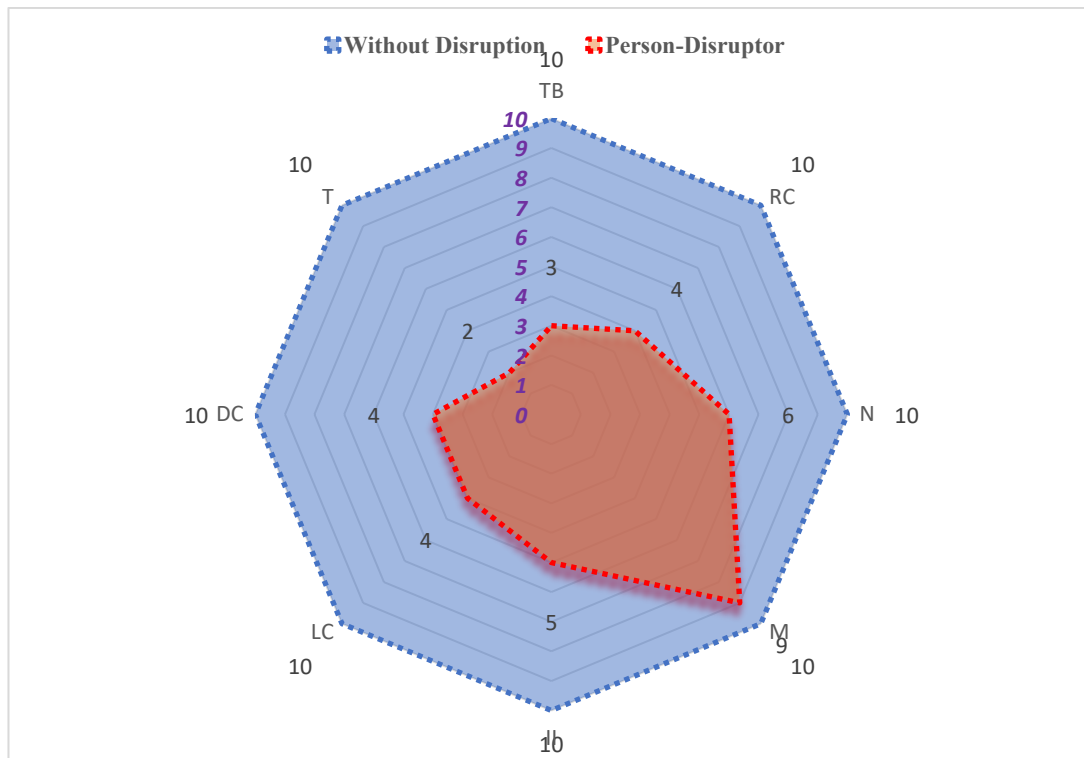


Рис. 3.24. Діаграма впливу дисраптора на комунікаційне середовище.

Отже, діаграма, зображена на рис. 3.24, може бути інструментом підтримки та прийняття управлінських рішень керівництва проєкту/організації щодо візуалізації «прогалин» у комунікаційному середовищі проєкту/організації та планування кроків для досягнення бажаних результатів.

Таким чином, після оцінки нейронною мережею поточного впливу дисраптора за сферами, а надалі визначення комплексного поточного впливу дисраптора, можна графічно та математично визначити вплив дисраптора на систему комунікацій проєкту, а надалі, і на систему комунікацій в організації в цілому. Якщо всі сфери впливу оцінені в показник 10, це означає, що особа має максимальний деструктивний вплив на комунікаційне середовище.

Для кількісного визначення показника впливу дисраптора на систему комунікацій можна запропонувати: обчислення кумулятивного поточного впливу

дисраптора по відношенню до цілісності системи комунікацій проєкту за відсутності дисраптора.

$$PI_j = (1 - L_j) \cdot \sum_{i=1}^8 D_i \quad (3.6)$$

де:

$j \in [1; m]$ – член команди проєкту, m – кількість членів команди проєкту.

PI_j – поточний кумулятивний вплив члена команди (за сферами впливу).

D_1 = Technological Barriers

D_2 = Resistance to Change

D_3 = Negative

D_4 = Micromanagement

D_5 = Incorrect Information

D_6 = Lack of Cooperation

D_7 = Dominating in Conversations

D_8 = Time Disruption

L_j = показник лідерських навичок члена команди

При обчисленні поточного кумулятивного впливу члена команди враховується обернена пропорційність лідерських навичок, адже чим менші показники лідерства тим сильніший негативний вплив персона робить на домен комунікації.

Таким чином, вплив члена команди проєкту на систему комунікацій загалом можна визначити шляхом розрахунку співвідношення показників поточного впливу за всіма сферами комунікацій до показників системи комунікацій (цілісність системи комунікацій проєкту) за його відсутності:

$$I_j = \frac{PI_j \cdot 100}{WD} \quad (3.7)$$

де:

I_j (*Influence*) – показник впливу члена команди на систему комунікацій, виражений у відсотках.

WD – цілісність системи комунікацій проєкту за відсутності дисраптора.

Для автоматизації процесу обчислення був використаний наступний скрипт, зображений на рисунку 3.25 (див. Додаток Е).

The screenshot displays a Jupyter Notebook interface with three main components: a code editor, a Variable Explorer, and a Console.

Code Editor: The script, titled "cumulative current impact of the disruptor.py", defines a list of disruptor types, team data for three members, and functions to calculate PI_j and WD. It then iterates over the team data to calculate these values and outputs a DataFrame.

```

13     "Micromanagement",
14     "Incorrect Information",
15     "Lack of Cooperation",
16     "Dominating in Conversations",
17     "Time Disruption"
18 ]
19
20 # Дані по кожному члену команди
21 team_data = [
22     {"name": "Member 1", "L": 0.32, "D": [2, 1, 5, 1, 1, 4, 1, 2]},
23     {"name": "Member 2", "L": 0.91, "D": [1, 2, 6, 5, 5, 1, 1, 3]},
24     {"name": "Member 3", "L": 0.43, "D": [3, 1, 2, 4, 1, 4, 2, 1]},
25 ]
26
27 # Функція обчислення PI_j
28 def compute_PI_j(L, D_values):
29     return (1 - L) * sum(D_values)
30
31 # Функція обчислення WD
32 def compute_WD(D_values):
33     return sum([10 - d for d in D_values])
34
35 # Розрахунок показників
36 results = []
37 for member in team_data:
38     L = member["L"]
39     D = member["D"]
40     PI_j = compute_PI_j(L, D)
41     WD = compute_WD(D)
42     I_j = (PI_j * 100) / WD if WD != 0 else 0 # захист від ділення на 0
43     results.append({
44         "Name": member["name"],
45         "Leadership (L)": L,
46         "ΣD": sum(D),
47         "PI_j": round(PI_j, 3),
48         "WD": WD,
49         "I_j (%)": round(I_j, 2)
50     })
51
52 # Вивід результату
53 df = pd.DataFrame(results)
54 print(df)
55
56

```

Variable Explorer: Shows the state of variables in the environment.

Name	Type	Size	Value
D	list	8	[3, 1, 2, 4, 1, 4, 2, 1]
df	DataFrame	(3, 6)	Column names: Name, Leadership (L), ΣD, PI_j, WD, I_j (%)
disruptor_labels	list	8	['Technological Barriers', 'Resistance to Change', 'Negative', 'Micromanagement', 'Incorrect Information', 'Lack of Cooperation', 'Dominating in Conversations', 'Time Disruption']
I_j	float	1	16.548387096774196
L	float	1	0.43
member	dict	3	{'name': 'Member 3', 'L': 0.43, 'D': [3, 1, 2, 4, 1, 4, 2, 1]}
pi	float64	1	10.260000000000002

Console: Shows the execution output of the script.

```

IPdb [7]: runfile('C:/Users/Runemaster/Desktop/KonDis/nn/cumulative current impact of the disruptor.py',
wdir='C:/Users/Runemaster/Desktop/KonDis/nn')
  Name  Leadership (L)  ΣD  PI_j  WD  I_j (%)
0  Member 1          0.32  17  11.56  63  18.35
1  Member 2          0.91  24   2.16  56   3.86
2  Member 3          0.43  18  10.26  62  16.55

IPdb [8]:

```

Рис. 3.25. Скрипт для обрахунку впливу особи на комунікаційне середовище проєкту.

За числовими даними, що представлені на рис. 3.24, вплив особи (члена команди) визначений на рівні 38,75%, тобто має управлінський вплив 38,75% на середовище спілкування в команді проєкту. Значення показника буде використане для оцінки проблем спілкування в проєкті. Слід зазначити, що показники впливу, що наведені на рис. 3.24, є прикладом, що призначений для опису обчислення впливу члена команди на середовище комунікацій в проєкті.

За результатами обчислення впливу членів команди на систему комунікацій, можна визначити дисраптора за максимальним значенням показника I .

На основі даних впливу членів команди за сферами можна обчислити загальний середній вплив на комунікації в проєкті. Для цього необхідно окремо порахувати середній вплив усіх учасників проєкту на кожний домен комунікації. На основі цих даних можна створити діаграму загального впливу що показана на рисунку 3.26.

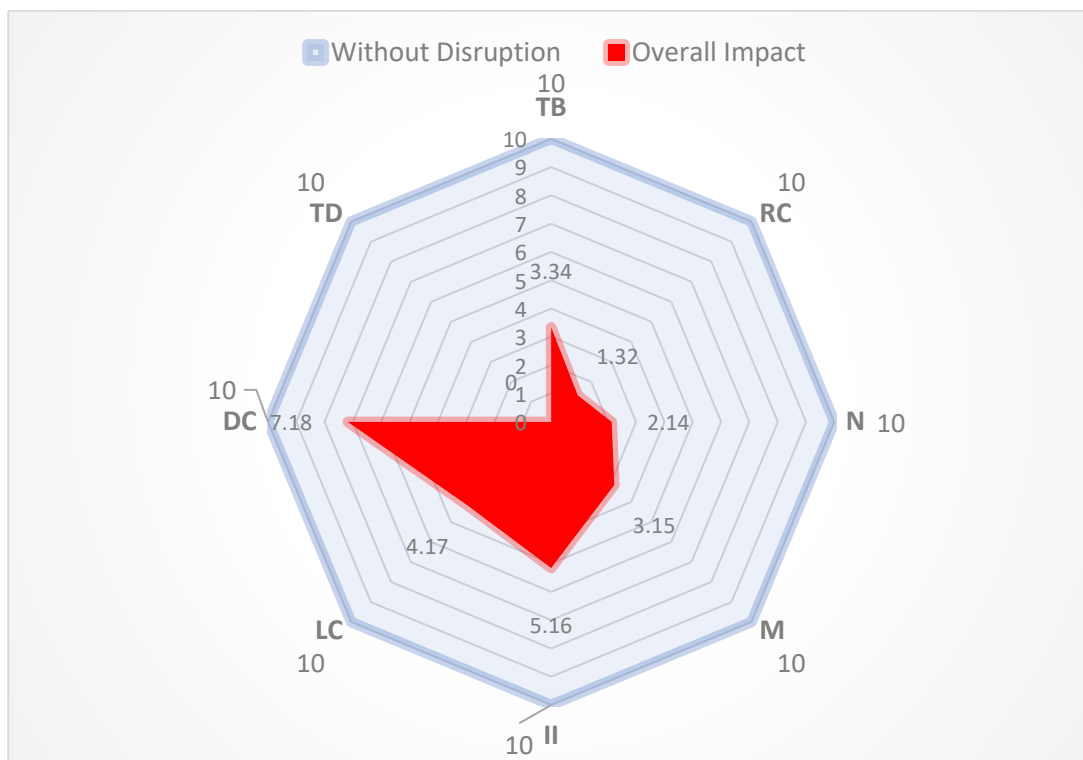


Рис. 3.26. Діаграма загального впливу на комунікації в межах проєкту

З даними цього графіку можна визначити вектор руйнування – напрям в бік домену комунікацій на який здійснюється найбільший вплив. На рис. 3.26 вектор руйнування в проєкті спрямований на сферу комунікацій Dominating in

Conversations. Це спричинює проблеми у двох інших сферах таких як ІІ та LC, тому що руйнівники домінуючи в дискусії та невміючи слухати інших, спонукає до нехочого бажання ділитись інформацією, та шкодить командній роботі та взаємодопомозі. Якщо команда буде зосереджуватись на зменшенні вектора руйнування то це приведе до покращення показників впливу і в інших сферах комунікацій.

Висновки до розділу 3

1. Розроблена модель штучної нейронної мережі **DisFind** дозволяє визначити напрями впливу учасників на систему комунікацій всередині проєктної команди, що працює у віртуальному середовищі. Нейронна мережа включає одновимірний згортковий шар, на внутрішньому рівні моделі використовується функція активації ReLU для знаходження нелінійних взаємозв'язків в даних. Мережа має п'ять прихованих шарів, що дозволяє моделі вивчати складні закономірності та відношення в даних на різних рівнях абстракції, починаючи від простих представлень до більш узагальнених та комплексних. У вихідному шарі застосовувалася функція активації SoftMax, за допомогою якої здійснюється багатокласова класифікація.

2. Нейронна мережа побудована з використанням бібліотеки TensorFlow для визначення того, як особа чисельно впливає на процес спілкування в тексті (аналіз документів, листів, месенджерів). Дана модель, поєднує вбудовування Word2Vec із згортковими нейронними мережами для виявлення емоцій. Експерименти, проведені на власному наборі даних DisFind, який розділений на набори даних тренування та перевірки. Запропонована модель досягла необхідних показників точності що було підтверджено матрицею помилок. Для підготовки до оцінки отриманих вихідних даних DisFind використовується скрипт Python на основі бібліотек pandas та Counter з модуля collections, що дозволяє підрахувати кількість входжень кожного унікального значення у передбачених класах.

3. Для оцінки впливу у комунікаційному процесі розроблена додаткова нейронна мережа **DisRat**. Модель мережі містить вхідний шар із 8 нейронами, два

приховані шари та вихідний шар із 8 нейронами (по одному для кожної оцінки). Дана мережа оцінює кількісний вплив особи на кожний домен системи комунікацій в діапазоні від 0 до 10.

4. Нейронна мережа **DisRat** навчена на наборі даних DisRating, який розроблений на основі комунікаційних даних організації. Набір даних DisRating було розділено на набори даних для навчання, тестування та перевірки. Мережа показала високу ефективність оцінки, підтверджену відповідними аналітичними графіками. Ефективність мережі оцінювалася за допомогою: гістограми зміщення; гістограми ядра; графіка втрат і середньої абсолютної похибки.

5. За результатами вихідних даних з мережі проведений GAP-аналіз для визначення впливу особи на систему комунікацій. Аналіз показав як різні фактори впливають на комунікаційні процеси, що дозволяє виявляти ключових руйнівників системи комунікацій. Розроблена модель кількісної оцінки впливу руйнівників на комунікаційне середовище, яка дозволяє визначити зони впливу руйнівників і оцінити їх вплив. Запропонований підхід дозволив досягти високої точності визначення зон впливу руйнівників та оцінки їх впливу. Результати підтверджують ефективність нейронної мережі для покращення аналізу комунікаційного процесу.

Основні дослідження розділу розкриті в таких публікаціях автора:

1. Концевий В.В, Прийняття рішень в комунікаціях за допомогою використання нейронних мереж. Проблеми, пріоритети та перспективи розвитку науки, освіти і суспільства в ХХІ столітті: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 15 червня 2024 р.). Полтава: ЦФЕНД, 2024. 75 с. 32-36 с.

2. Концевий, В., & Войтенко, О. (2024). Classification of a disruptor areas of influence using neural networks. Modern Engineering and Innovative Technologies, 2(33-02), 112–122. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-33-00-045>.

Особистий внесок автора: розробка нейронної мережі для класифікації доменів системи комунікацій.

3. Kontsevyi, V. (2024). Assessment of the impact of a disruptor on the communication environment. *Transfer of Innovative Technologies*, 7(1), 69–76.
<https://doi.org/10.32347/tit.2024.71.03.09>.

РОЗДІЛ 4. ПРАКТИЧНА АПРОБАЦІЯ РОЗРОБЛЕНИХ МОДЕЛЕЙ ЗАСОБІВ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ В СИСТЕМАХ КОМУНІКАЦІЙ

4.1. Практична апробація моделі в компанії «Архіматика»

Нейронна мережа була апробована в будівельній компанії «Архіматика» (див. Додаток А). У будівельних проєктах беруть участь багато зацікавлених сторін, включаючи керівників проєктів, архітекторів, інженерів, підрядників і клієнтів. Ефективна комунікація між цими сторонами є важливою для своєчасної та успішної реалізації проєкту. Комунікація в проєктах галузі будівництва часто є складною, включає технічний жаргон, кілька мов і різні рівні знань. Така складність може призвести до непорозумінь, які, впливають на результати проєкту. Організація розглядала для впровадження інструменти розпізнавання емоцій, що часто використовуються для оцінки комунікацій [131], оскільки емоції вважаються соціальними та психологічними інструментами для передачі знань, лідерства та забезпечення розвитку команди управління проєктом [132]. Однак такі засоби допомагають зрозуміти настрій людини лише в даний момент. Також розглядалась для впровадження в діяльність систем комунікацій компанії «Архіматика» в майбутньому технологія розпізнавання облич [133-135], яка, допомагає оцінити вплив на процес спілкування, але встановлено, що збої в спілкуванні можуть бути викликані особами з різним діапазоном емоцій, як позитивні, так і негативні [136], тому таких технологій виявилось недостатньо для оцінки впливу на спілкування у віртуальних командах. Оскільки аналіз настроїв є областю широкого дослідницького інтересу через його важливість і переваги в різних областях [137], було вирішено використати практику для створення нейронних мереж у цій галузі.

Організація впровадила модель аналізу зв'язку на основі нейронної мережі, що використовує методи обробки природної мови, такі як Word2Vec. Модель аналізує текстові комунікації в організації, визначає сфери впливу. Нижче описано кроки, вжиті для впровадження, заходи для покращення роботи нейронної мережі.

Практичне тестування формалізованої моделі успіху проєкту передбачає перевірку та оцінку моделі в реальних умовах для перевірки її ефективності та

точності. Метою такого тестування є підтвердження того, що модель може успішно передбачити ефективність проєкту та допомогти у прийнятті рішень. Реалізація формалізованої моделі нейронної мережі включала кілька ключових кроків, від збору даних і попередньої обробки до навчання та розгортання моделі. Збір даних включає такі джерела: корпоративні електронні листи, звіти про проєкти, стенограми зустрічей Microsoft Teams і бесіди миттєвих повідомлень Google Hangouts, які збирали різні віртуальні команди всередині компанії.

Було впроваджено механізм оцінки лідерських спроможностей за допомогою FIRO б. Оцінювання відбувалось ресурсами організації та було реалізовано та інтегровано в екосистемі Microsoft, а саме, була створена форма в Microsoft Forms, див. рис. 4.1. Поля форми обов'язкові для заповнення, що виключало можливість людини випадково чи спеціально пропустити питання.

DisFindFirob

Інструкція: Анкета призначена для визначення типових способів вашого ставлення до людей. Тут немає правильних чи неправильних відповідей, правильна кожна правдива відповідь. Іноді люди прагнуть відповідати так, як, на їхню думку, вони повинні поводитися. Але зараз нас цікавить те, як ви поведетеся насправді. Деякі питання дуже схожі один на одного, але все ж таки вони мають на увазі різні речі. Відповідайте, будь ласка, по кожному пункту опитувальника окремо, незважаючи на інші твердження. Час для відповіді не обмежений, але не варто розмірковувати надто довго. Для кожного затвердження виберіть варіант відповіді, який здається Вам найкращим.

* Required

1. Прагну бути разом з усіма * ☐

☐ Зазвичай

☐ Часто

☐ Іноді

☐ З нагоди

☐ Рідко

☐ Ніколи

2. Надаю право іншим вирішувати питання про те, що потрібно зробити * ☐

☐ Зазвичай

Рис 4.1. Фрагмент форми для оцінювання лідерських навичок.

Респондент дає відповіді на запитання і натискає кнопку відправити форму. Як показано на рис. 4.2, формою скористувались 529 разів. Серед даних

використань 26 разів створювались тестові дані для перевірки та налагодження того як ці дані трансформуються в подальшому. Після тестових спроб, коли форму реальні користувачі заповнювали форму вони робили це двічі. Другий раз вони робили це через рік після роботи в компанії, що дало можливість прослідкувати як організація та колектив віртуальних команд впливали на лідерські якості осіб.

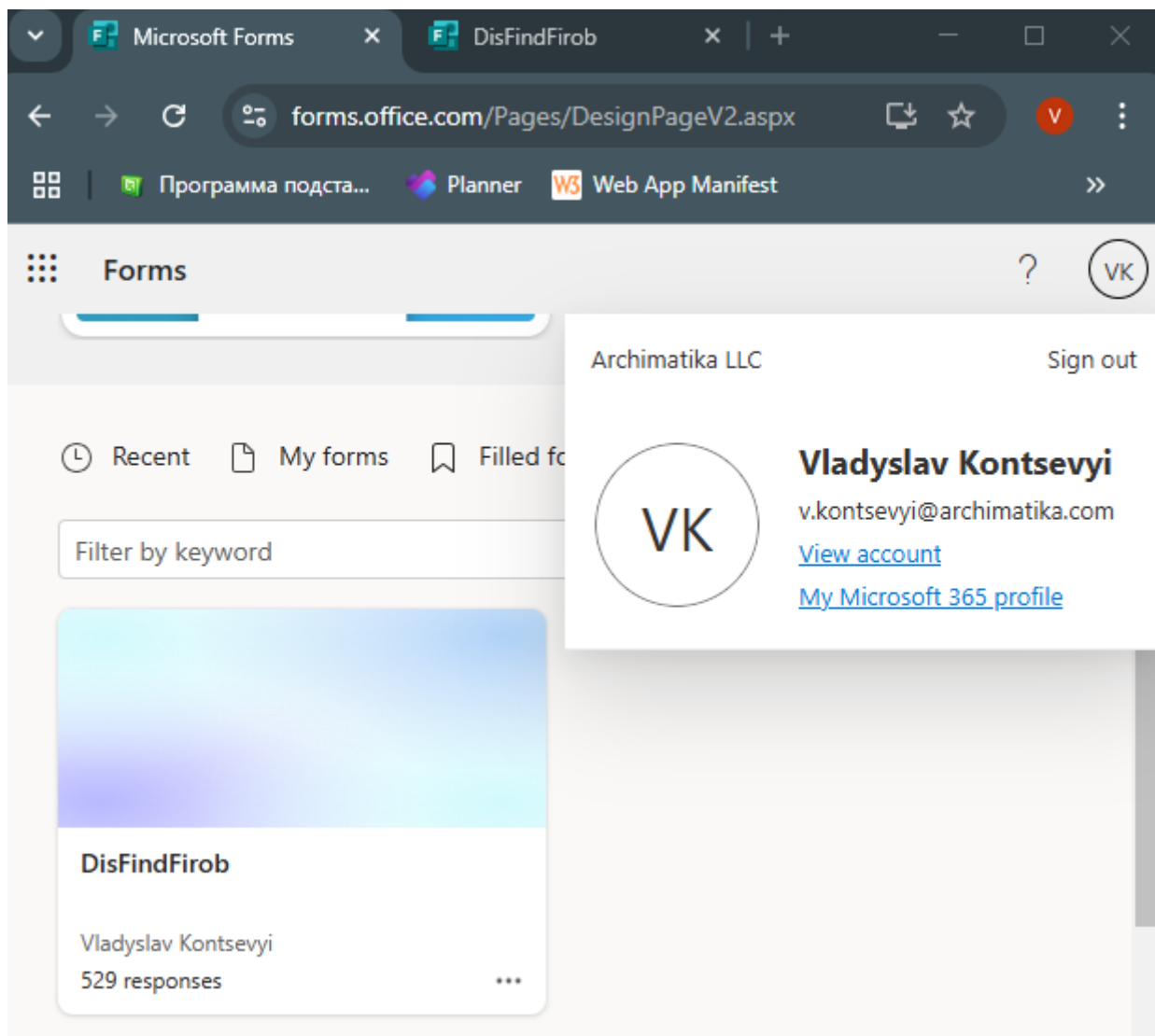


Рис. 4.2. Кількість анкет щодо оцінювання лідерських навичок.

За допомогою Power Automate Flow було розроблено потік, який заповнює даними відповідей файл (формат xmlx), де за результатами відповідей повідомлялись результати. Також Power Automate використовувався для того щоб

передати дані від форми до файлу, що кількісно обчислював потенційні лідерські дані, див. рис. 4.3. Створення форми та потоку були реалізовані для того щоб спростити спосіб оцінювання в рамках організації що налічує більше 200 людей. Це дає можливість працівникам заповнити анкету в зручному для них місці та в зручний час.

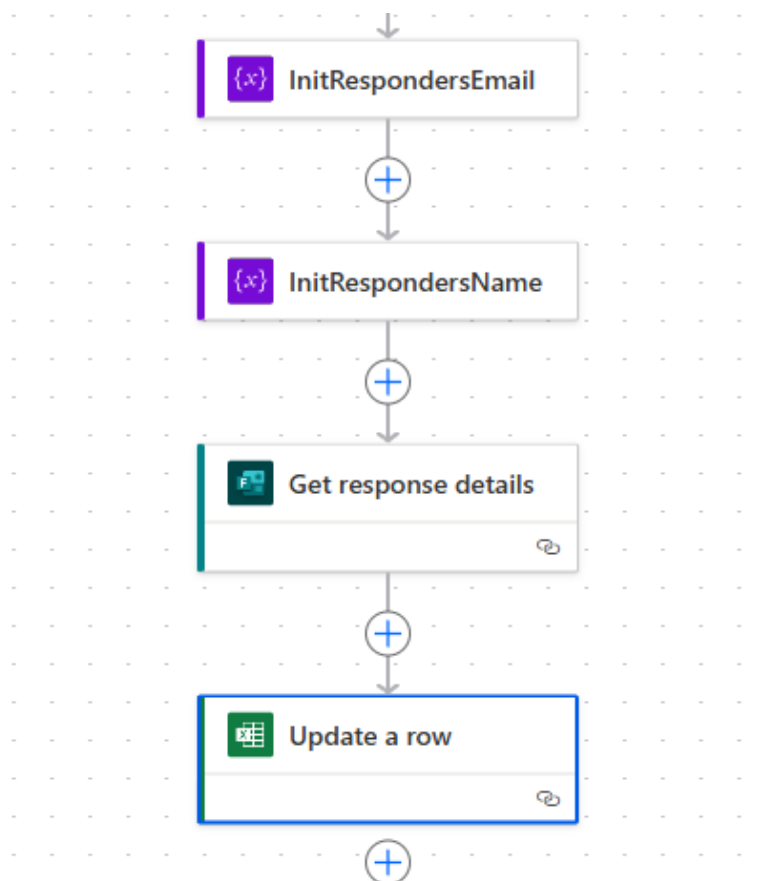


Рис. 4.3. Фрагмент потоку Power Automate передачі даних з форми для подальшої обробки.

Для аналізу текстових повідомлень було зібрано понад 1000 листів та повідомлень кожного учасника пілотного проекту. Раз на місяць проводився аналіз останніх 500 листів Goggle Mail з поміткою `pilot_project` кожного з учасників віртуальних команд в організації. Надалі, такий наліз проводився раз на тиждень, що дало змогу ефективно реагувати на вплив на домени комунікацій, та, в свою чергу, не перевантажувати менеджерів та учасників проекту даною інформацією. Такий збір інформації проводився завдяки Google Apps Script. Даний скрипт в середовищі компанії продемонстровано на рисунку 4.4 (див. Додаток Є). Для

дотримання умов конфіденційності, учасники організації підписували документ на згоду обробки їх персональних даних. Для демонстрації даних поза межами компанії їх знеособлено.

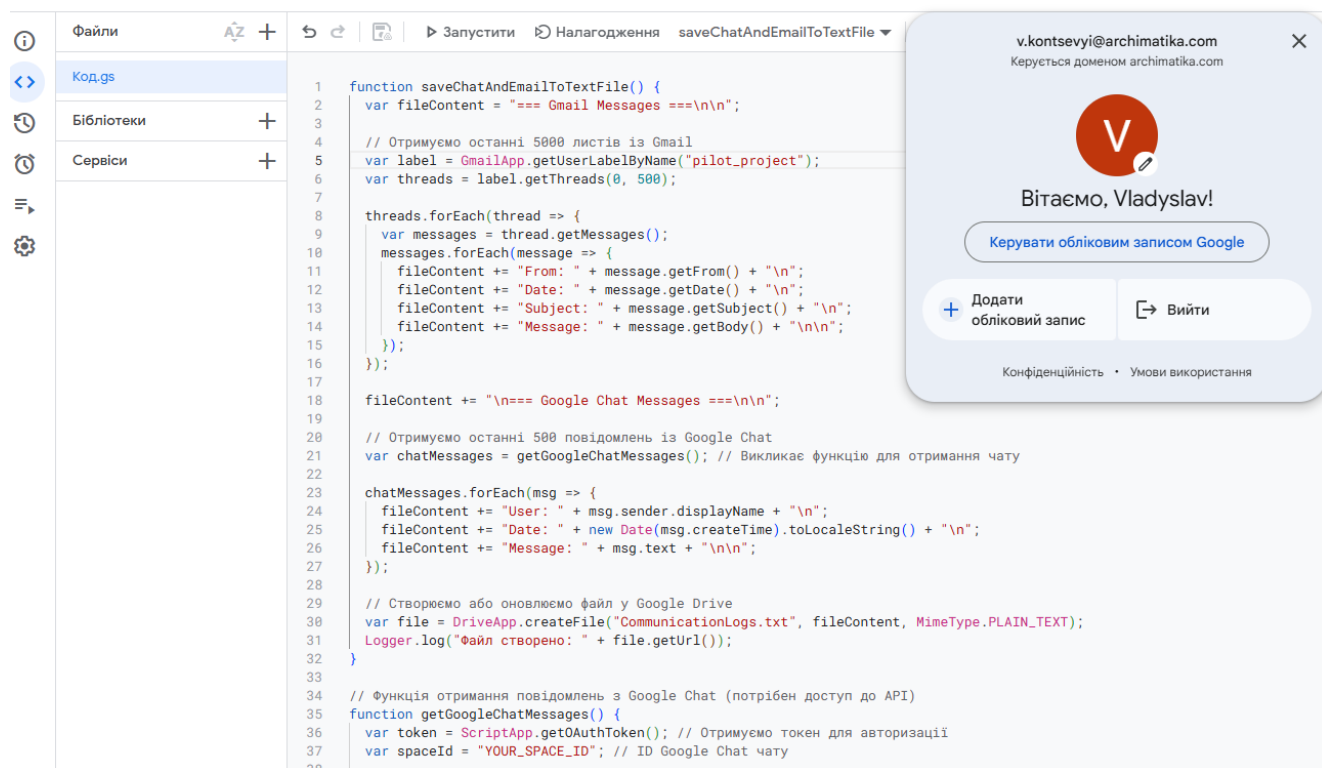


Рис. 4.4 Скрипт запису текстових даних в середовищі компанії Archimatika.

Модель Word2Vec використовувалася для перетворення слів у векторне представлення, фіксуючи семантичні зв'язки між словами, так як використовується для вивчення вбудовування слів, яка включає дві моделі: модель Skip-Gram (SG) і Continuous Модель Bag-of-Words (CBOW). Ця модель допомагає зрозуміти контекст і ідентифікувати схожі терміни в моделях спілкування. Нейронна мережа розроблена для обробки тесту і визначення сфер впливу в спілкуванні. Архітектура включала шари для захоплення як семантичних, так і синтаксичних нюансів мови, яка використовується для побудови спілкування. Модель навчено на попередньо оброблених даних, щоб зрозуміти структуру та моделі спілкування у віртуальних командах, які беруть участь у пілотних проєктах.

Алгоритми кластеризації були застосовані до векторів слів для групування схожих термінів і фраз, визначення ключових сфер впливу в комунікації.

Було розроблено механізм оцінки впливу, щоб кількісно визначити вплив конкретних комунікацій на результати проєкту на основі частоти слів, лідерських навичок, настрою. Наступна нейронна мережа, виходячи з частоти впливу людини на сфери комунікацій, кількісно оцінює такий вплив. Це дало можливість визначити, наскільки комунікація підлягала руйнуванню, тобто таким чином можна знайти руйнівника.

Модель нейронної мережі інтегрована в існуюче програмне забезпечення компанії для управління проєктами, що дозволяє аналізувати поточні комунікації в реальному часі. В результаті впровадження також було розроблено інформаційну панель, яка дала змогу керівникам проєктів і зацікавленим сторонам переглядати аналітичні дані та, за потреби, вживати коригувальних заходів.

Після розгортання моделі нейронної мережі для аналізу комунікацій, було проведено тестування, щоб переконатися в її ефективності та надійності. Етап тестування був зосереджений на оцінці продуктивності моделі, точності та здатності генерувати корисну інформацію в реальних сценаріях.

Частина зібраних комунікаційних даних була відкладена для тестування, 70% для навчання та 30% для тестування для нейронної мережі, яка безпосередньо аналізує текстові дані. Такий набір даних отримав назву DisFindingA. Для наступної мережі під назвою DisRatingA, яка проводить оцінювання, дані були розділені у співвідношенні 80% освітніх до 20% тестових відповідно. Набори даних включали різні типи зв'язків (електронні листи, звіти, журнали чату) від різних проєктів, щоб забезпечити комплексну оцінку. Експерти вручну позначили ключові фрази, настрої та області впливу в даних тесту. Ці позначені дані слугували еталоном для оцінки прогнозів моделі.

Прогнози моделі порівнювали з позначеними тестовими даними, щоб оцінити їх точність. Такі показники, як точність, запам'ятовування та оцінка F1, використовувалися для кількісної оцінки ефективності моделі у визначенні правильних тем, настроїв і впливових осіб. Для оцінки надійності моделі було проведено K-кратну перехресну перевірку. Ця техніка передбачала поділ даних на

кілька підмножин, навчання моделі на одній підмножині та її тестування на інших, щоб забезпечити узгодженість різних зразків даних.

Модель було протестовано на реальних даних проєкту в режимі реального часу, результати перевірені керівниками проєктів і експертами з комунікацій. Зворотній зв'язок від зацікавлених сторін допоміг оцінити практичність та прийнятність результатів моделі.

Точність компонента аналізу домену перевірялася шляхом порівняння класифікації настроїв моделі з судженнями людини. Це допомогло виявити розбіжності, особливо в тонкій або контекстно-специфічній комунікації.

Виявлення зони впливу – здатність моделі виявляти та ранжувати зони впливу перевірялася шляхом порівняння її результатів з експертними оцінками. Мета полягала в тому, щоб переконатися, що модель правильно визначила ключових впливових осіб і сфери, де спілкування вплинуло на результати проєкту.

При цьому враховувались кілька ключових факторів для коригування моделі для практичної перевірки успішності її впровадження в проєктно-орієнтовані організації. Ці коригувальні моделі спрямовані на підвищення ймовірності успіху шляхом вирішення потенційних проблем і вдосконалення процесу впровадження.

Для виявлення та усунення невідповідності між показниками до та після впровадження моделей (див. рис. 4.5) було підраховано середній вплив на спілкування всіх співробітників. Результати показують, що після впровадження технології вплив на всі сфери спілкування, окрім опору змінам, зменшився. Це пояснюється тим, що персонал на початковому етапі впровадження ще скептично ставився до технології, яка аналізує їх робочу кореспонденцію, листи тощо. Після повторного тестування через 5 місяців цей показник знизився до попереднього значення. Також було проведено аналіз між поточним станом впровадження нейронної мережі та бажаною моделлю успіху. Була оцінена існуюча інфраструктура організації, ресурси та досвід роботи з нейронними мережами. Поточний стан порівнювався з моделлю успіху для дисперсійного аналізу. Були розроблені коригувальні дії: створено план усунення цих прогалин, який включав перенавчання нейронної мережі.

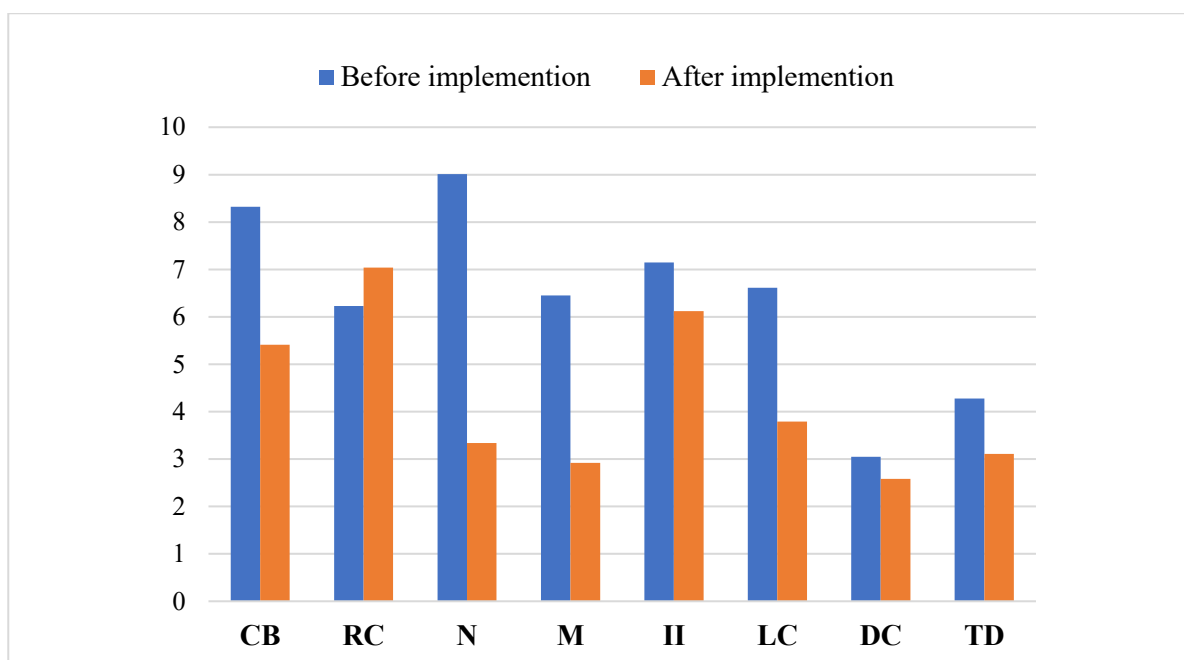


Рис. 4.5. Домени комунікацій до та після впровадження в компанії
Архіматика

Постійне вдосконалення моделі має сприяти розвитку культури безперервного розвитку для адаптації реалізацій нейронних мереж до мінливих вимог проєктів та технологій. Планувалися регулярні перевірки впровадження нейронної мережі та її результатів. Зворотній зв'язок від користувачів і зацікавлених сторін використовувався для визначення областей для покращення.

За результатами тестування були внесені коригування для вдосконалення моделі та підвищення її продуктивності в комунікаційному середовищі будівельної компанії. Коригування включали оптимізацію гіперпараметрів – гіперпараметри нейронної мережі, такі як швидкість навчання, кількість шарів і функції активації, були налаштовані для підвищення точності та зменшення перенавчання. Також була покращена техніка вбудовування слів. Параметри моделі Word2Vec, такі як розмір вектора та довжина вікна, були скориговані для кращого охоплення конкретних лінгвістичних шаблонів і термінології, що використовується в комунікаціях у сфері будівництва. Це вдосконалення допомогло моделі краще розуміти галузевий жаргон і технічну мову.

Додаткові дані були додані як частина вдосконалення. Навчальний набір даних моделі було розширено за рахунок тих повідомлень і листування, які були створені після впровадження технології, щоб включити більш різноманітні приклади спілкування, такі як контракти з постачальниками, листування з клієнтами та нормативні документи. Цей розширений набір даних покращив здатність моделі узагальнювати різні напрямки впливу на комунікаційне середовище.

Зворотній зв'язок враховано шляхом оновлення даних навчання. Під час реального тестування використовувалися відгуки керівників проєктів та експертів з комунікацій. Якщо модель постійно неправильно тлумачила певні фрази чи контексти, ці випадки включалися в навчальний набір для покращення навчання.

Алгоритмічні вдосконалення впроваджуються шляхом покращення контекстної обізнаності. Щоб вирішити проблеми, коли моделі було важко зрозуміти контекст, до нейромережі було додано додаткові рівні для покращення її усвідомлення контексту. Цей параметр покращив здатність моделі розрізняти різні значення того самого слова чи фрази залежно від контексту. Компонент аналізу настроїв було покращено шляхом додавання складніших алгоритмів аналізу настроїв, таких як трансформаторні моделі, такі як BERT, які підвищили точність визначення настрою в складних реченнях. Модель розроблена для постійного вивчення нових даних впродовж їх збору. Це дозволило постійно вдосконалювати модель, гарантуючи, що вона залишатиметься в курсі нових моделей комунікації в компанії. Також було створено цикл зворотного зв'язку, за допомогою якого користувачі могли позначати неправильні прогнози або ідеї безпосередньо через інтерфейс користувача. Потім зворотний зв'язок використовувався для коригування прогнозів моделі в майбутніх ітераціях.

Методи оптимізації, такі як скорочення моделі та квантування, були застосовані, щоб уможливити масштабування моделі для аналізу даних зв'язку у великих проєктах без зниження продуктивності. Ці коригування зменшили обчислювальні вимоги моделі, зберігаючи при цьому точність. Модель також налаштована для підтримки паралельної обробки, що дозволяє швидше аналізувати

великі набори даних, що було важливо для програм реального часу в активних будівельних проєктах.

Коригування, внесені під час етапів тестування та вдосконалення, значно покращили продуктивність моделі. Покращена точність – після налаштувань модель продемонструвала вищу точність і запам'ятовування у визначенні тем комунікації та настроїв, що призвело до більш надійного розуміння для керівників проєктів. Відгуки користувачів демонструють підвищену довіру до результатів моделі, зокрема до її здатності визначати ключових впливових осіб і потенційні комунікаційні проблеми. Досягнута масштабованість моделі – оптимізована архітектура моделі дозволила обробляти зростаючий обсяг комунікаційних даних у кількох проєктах без шкоди для швидкості та точності.

Тестування та налаштування моделі нейронної мережі для аналізу зв'язку були критично важливими кроками для забезпечення її успіху в будівельній компанії. Завдяки ретельному тестуванню продуктивності моделі та внесенню цілеспрямованих коригувань компанія змогла розгорнути надійний інструмент, який покращив ефективність зв'язку та результати проєкту. Ці ітераційні процеси тестування, включення відгуків і вдосконалення моделі продовжуватимуть відігравати вирішальну роль, оскільки компанія масштабує використання моделі в більшій кількості проєктів і сценаріїв спілкування.

Ключовими кроками є аналіз та документування результатів практичної апробації моделі успішного впровадження нейронної мережі в проєктно-орієнтованій організації. Ці кроки дають уявлення про ефективність впровадження та направляють майбутні коригування. Впровадження моделі нейронної мережі дало будівельній компанії кілька суттєвих переваг, які описані нижче.

Модель виявила незрозумілі інструкції та неоднозначну мову під час спілкування, дозволяючи керівникам проєкту прояснити повідомлення до того, як виникнуть непорозуміння. Компетенції, необхідні в цифрову еру, вдосконалюються [138]. Це допоможе створити комплексно компетентну проєктно-орієнтовану організацію [139].

Виявлення ключових впливових осіб – механізм оцінки впливу виділив осіб, які відіграли вирішальну роль у формуванні результатів проєкту, що дозволило компанії ефективніше залучати цих ключових зацікавлених сторін.

Раннє виявлення потенційних проблем — шляхом аналізу напрямків впливу в комунікації модель визначила області, де можуть виникнути негативні настрої або збентеження, дозволяючи раннє втручання. Керівники проєктів змогли приймати більш обґрунтовані рішення на основі інформації, отриманої в результаті аналізу комунікацій, що призвело до плавного виконання проєкту та зменшення затримок. Автоматичний аналіз зв'язку зменшив час, витрачений на перевірку вручну, звільнивши ресурси для інших критичних завдань.

Формалізована модель нейронної мережі для аналізу зв'язку виявилася цінним інструментом для будівельної компанії. Використовуючи Word2Vec і нейронні мережі, модель ефективно відображала складність побудови комунікацій і надавала корисну інформацію. Однак слід враховувати особливості щодо практичного впровадження моделі, такі як необхідність попередньої обробки та вимога щодо поточних оновлень моделі для відображення мовних моделей, що розвиваються в галузі.

Було створено повний запис аналізу та результатів для подальшого використання та обміну знаннями в середовищі Confluence. Документація була організована в розділах, таких як резюме, аналіз даних, відгуки зацікавлених сторін, оцінка ризиків і рекомендації. Діаграми, графіки та таблиці використовувалися для представлення ключових даних і тенденцій у візуально доступний спосіб. Зроблено ключові висновки, включно з успіхами, проблемами та отриманими уроками. На основі аналізу були надані дієві рекомендації щодо майбутніх впровадження та покращень. На основі бази знань Confluence документацію надали відповідним зацікавленим сторонам, включаючи керівників проєктів, технічні групи та керівництво організації.

Останнім етапом дослідження був офіційний огляд із ключовими зацікавленими сторонами для обговорення результатів і вдосконалення процесу впровадження нейронної мережі. Задokumentовані результати були надані

зацікавленим сторонам на оглядовій зустрічі в середовищі Confluence. Це сприяло відкритому обговоренню результатів, успіхів і областей для покращення. Для завершення перегляду було узгоджено остаточні зміни підходу до впровадження нейронної мережі на основі сеансів.

Вдосконалення для кращого впровадження можуть включати розширення моделі для аналізу нетекстової комунікації, такої як голосові записи або візуальні дані, і включення алгоритмів машинного навчання для прогнозування результатів проєкту на основі шаблонів комунікації.

4.2. Апробація моделі в проєктах компанії «SSS»

Невелика компанія з проєктування житлових і нежитлових будівель елітного сегменту працює на вузькоспеціалізованому і вимогливому ринку. Ефективна комунікація має першочергове значення для відповідності строгим стандартам клієнтів, забезпечення безперебійної співпраці в невеликій команді та підтримки репутації компанії. Впровадження системи штучного інтелекту в компанію «Super Space Studio» (див. Додаток А) для аналізу внутрішньої комунікації та оцінки її впливу на критичні сфери допомогло оптимізувати діяльність компанії на ранніх етапах її створення.

Технології що використовувались в організації були ідентичні до тих, що були наявні в Архіматиці. Це спростило процес автоматизованої обробки текстових даних. А саме був використаний ідентичний скрипт для отримання повідомлень та листів Google. Для того щоб не було плутанини з проєктами і учасниками віртуальних команд, адже деякі працівники одночасно входили до команд обох організацій, використовувались різні мітки під час листування. Аналогічно до попереднього впровадження було проведено періодичність аналізу текстових повідомлень.

Впровадження показало, що штучний інтелект дає змогу аналізувати листування та шляхом виявлення потенційних проблем, таких як неточна інформація чи бар'єри у комунікації. У компаніях із невеликою кількістю співробітників кожен член команди має значний вплив на загальний результат, а

погана комунікація може швидко порушити робочі процеси. Штучний інтелект допомагає відстежувати динаміку команди, виявляючи ознаки відсутності співпраці або домінування в розмовах. Це сприяє більш збалансованій взаємодії, забезпечуючи продуктивний внесок кожного учасника.

Штучний інтелект дозволяє виявляти затримки в комунікації, своєчасно попереджаючи менеджерів про можливі ризики, пов'язані з пропущеними відповідями або відкладеними рішеннями. Це дозволяє ефективніше керувати дедлайнами та підтримувати репутацію надійного виконавця.

Важливим аспектом у невеликих командах є надання персоналізованого зворотного зв'язку. Штучний інтелект аналізує комунікаційні моделі кожного співробітника, виявляючи такі проблеми, як мікроменеджмент або негативний тон у спілкуванні. Завдяки цьому менеджери можуть своєчасно вживати заходів для покращення міжособистісної взаємодії, що сприяє згуртованості команди та підвищенню її мотивації.

Динамічний ринок вимагає швидкої адаптації до змін. Штучний інтелект може визначати, які процеси або співробітники найменше схильні до впровадження нових трендів та технологій, допомагаючи компанії залишатися інноваційною та конкурентоспроможною.

Зміни у структурі команди та зростання компанії впливають на динаміку взаємодії. Постійний аналіз комунікаційних процесів дозволяє виявляти тенденції та адаптувати стратегії управління. Завдяки цьому компанія може підтримувати високу ефективність навіть у періоди масштабування.

Для невеликої висококласної дизайнерської компанії якість зв'язку має вирішальне значення для успіху. Використовуючи систему ШІ, яка аналізує комунікацію, компанія може забезпечити точність взаємодії з клієнтами, покращити співпрацю та зберегти імідж елітного бренду. Здатність штучного інтелекту виявляти та усувати шкідливі шаблони спілкування сприяє створенню позитивного робочого середовища, стимулює інновації та підтримує місію компанії щодо створення виняткових дизайнів. Цей стратегічний інструмент не тільки покращує повсякденну діяльність, але й позиціонує компанію для сталого зростання та успіху.

на конкурентному ринку розкішного дизайну. Результати роботи нейронної мережі в компанії SSS показані на рисунку 4.6.

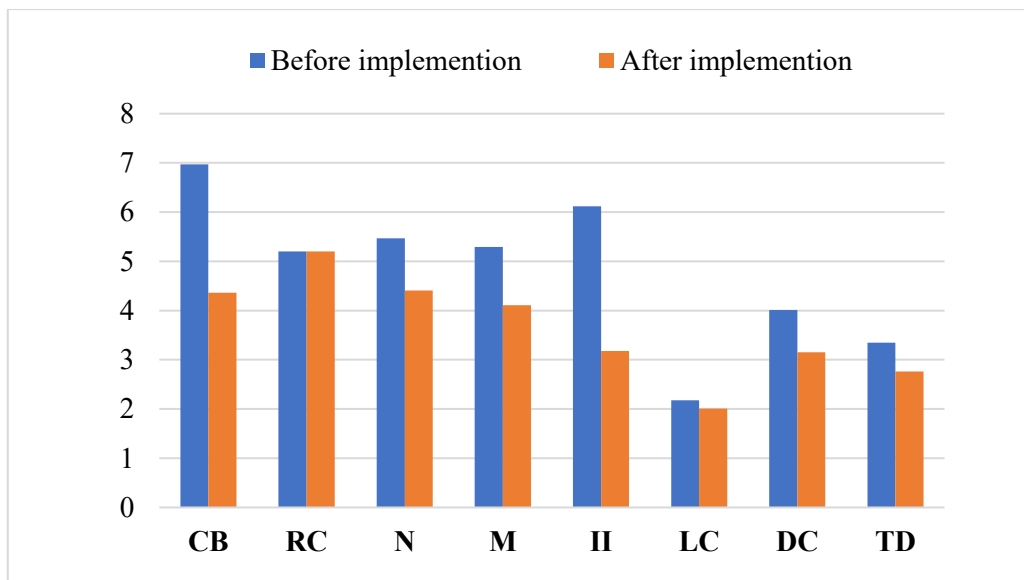


Рис. 4.6. Домени комунікацій до та після впровадження в компанії SSS.

Як видно на рис. 4.6 можна побачити особливість даного впровадження – відсутність зміни у області впливу RC (супротив змінам). Це пояснюється тим, що компанія на старті впровадження була відносно новою і процеси в ній тільки формувались, а значить персонал працював у змінному середовищі і впровадження даної системи комунікацій не викликало відчуття порушення зони комфорту. Також незначною мірою змінилась сфера впливу на домен LC, так як учасники команд охоче допомагали один одному.

Однією з особливостей розгортання системи було те що так як компанія невелика (до 50 працівників), отже для визначення лідерських якостей було вирішено не створювати веб форму, а розробити xlsx документ що відразу обчислює результати. У даному випадку такий підхід дозволив пришвидшити збір інформації, виділивши час на заповнення анкети. Фрагмент анкети зображений на рисунку 4.7. На рисунку 4.8 можна побачити нормалізований результат обчислення лідерських навичок.

Інструкція: Анкета призначена для визначення типових способів вашого ставлення до людей. Тут немає правильних чи неправильних відповідей, правильна кожна правдива відповідь. Іноді люди прагнуть відповідати так, як, на їхню думку, вони повинні поводитися. Але зараз нас цікавить те, як Ви поведетеся насправді. Деякі питання дуже схожі один на одного, але все ж таки вони мають на увазі різні речі. Відповідайте, будь ласка, по кожному пункту опитувальника окремо, незважаючи на інші твердження. Час для відповіді не обмежений, але не варто розмірковувати надто довго. Для кожного затвердження виберіть варіант відповіді, який здається Вам найкращим. Для цього позначте його цифрою 1.

	Прізвище ім'я по батькові	Зазвичай	Часто	Іноді	З нагоди	Рідко	Ніколи
24	Дозволяю іншим судити про те, що я роблю				1		
25	З іншими поведжуся холодно та байдуже					1	
26	Легко підкоряюся іншим						1
27	Прагну мати близькі та серцеві стосунки з іншими				1		
28	Люблю, коли інші запрошують мене брати участь у чомусь		1				
29	Мені подобається, коли інші люди ставляться до мене безпосередньо та сердечно		1				
30	Прагну чинити сильний вплив на діяльність інших		1				
31	Мені подобається, коли інші запрошують мене брати участь у їхній діяльності		1				
32	Мені подобається, коли інші ставляться до мене безпосередньо			1			

Рис. 4.7. Фрагмент анкети щодо визначення лідерських якостей в компанії SSS.

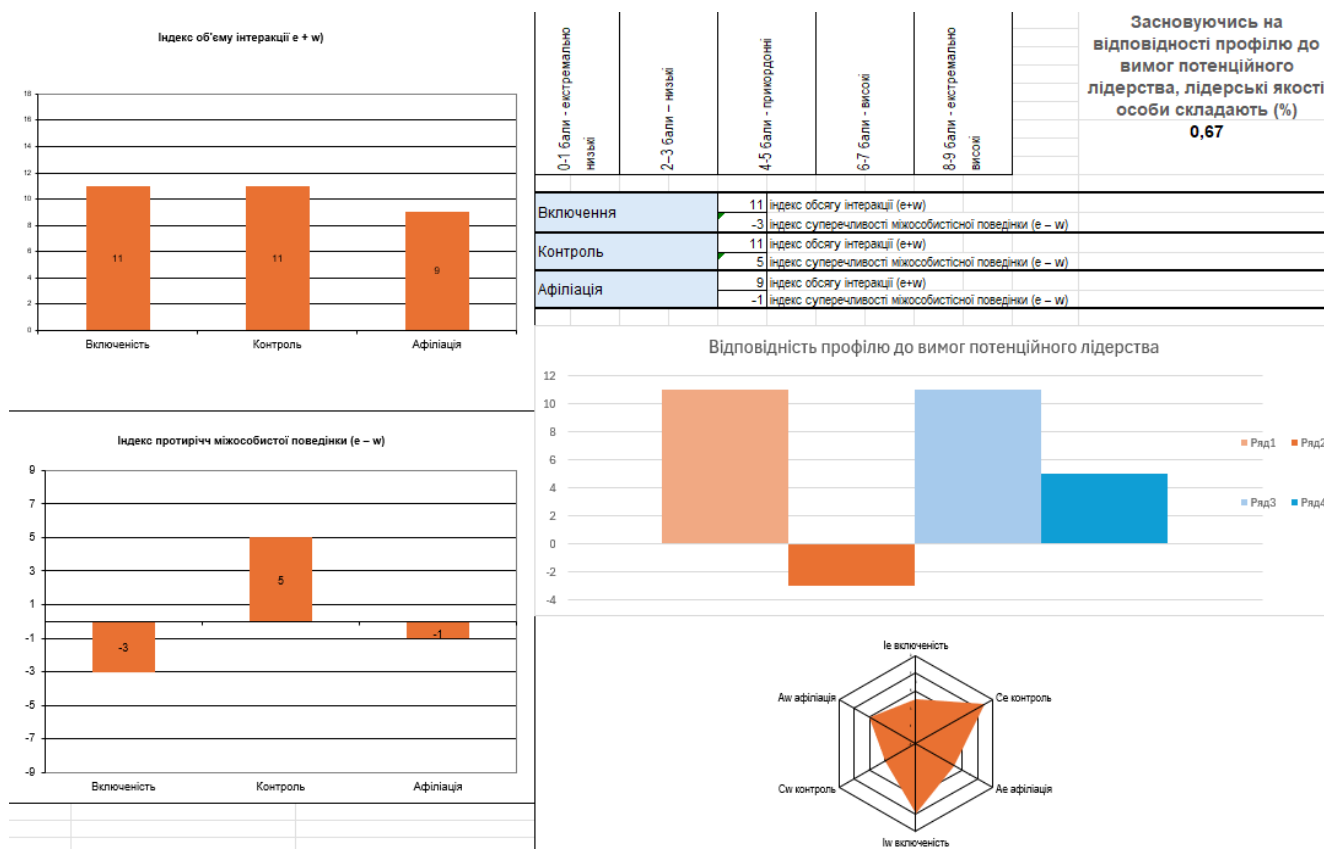


Рис. 4.8. Результат обчислення лідерських навичок/спроможностей

4.3. Апробація моделі в освітньому процесі КНУБА

У сучасному університеті ефективне спілкування є визначальним для досягнення академічних, дослідницьких та адміністративних цілей. Неправильне спілкування або шкідлива комунікаційна поведінка може порушити робочі процеси, перешкодити співпраці та створити негативне середовище для персоналу та студентів. Впровадження системи ШІ, яка аналізує спілкування співробітників і оцінює його вплив на вісім ключових сфер, може допомогти вирішити ці проблеми. Нейронна мережа була апробована в університеті КНУБА (див. Додаток А).

Взаємодія між викладачами, адміністрацією, студентами та зовнішніми партнерами може бути ускладнена через дезінформацію, неузгодженість дій або опір змінам. Впровадження штучного інтелекту дозволило виявляти та вирішувати проблеми спілкування, що сприяло покращенню координації та підвищенню загальної ефективності освітніх процесів.

Іншою значною перешкодою для продуктивної діяльності є ізолюваність відділів та факультетів, що призводить до втрати можливостей для міждисциплінарної співпраці. Штучний інтелект здатний аналізувати комунікаційні моделі та виявляти випадки відсутності співпраці, що дозволяє ефективніше інтегрувати команди. Це сприяє узгодженню адміністративних ініціатив, покращенню міжфакультетної взаємодії та розширенню можливостей для проведення спільних досліджень.

Модель нейронної мережі, що проводить оцінку системи комунікацій була впроваджена у освітній процес та при підготовці навчально методичного комплексу освітніх компонентів таких освітніх компонентів:

- Розподілені команди в управлінні ІТ проектами, спеціальність 122 «Комп'ютерні науки», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень магістр.
- Гнучкі методи та технології управління ІТ проектами, спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень бакалавр.

Оцінка лідерських спроможностей в даному випадку не була передбачена, оскільки проводилась оцінка спілкування викладача зі студентами, що є окремим випадком комунікаційної моделі, що характеризується наявністю, так званого центру комунікацій – викладача.

Однією з особливостей розгортання системи було те що програмне забезпечення яким користуються в університеті, відрізняється від того що використовувалось в Super Space Studio та Arhimatika. В Київському національному університеті будівництва і архітектури (далі – КНУБА) для обміну повідомлень використовують Teams та Outlook. Отже, для автоматизації збору даних було вирішено використати Power automate flow. Оскільки Power automate підтримує активацію лише одного тригера, то було розроблено два різні потоки. Перший збирає інформацію з листування в Outlook (див. рис. 4.9), другий записує повідомлення з Teams (див. рис. 4.10).

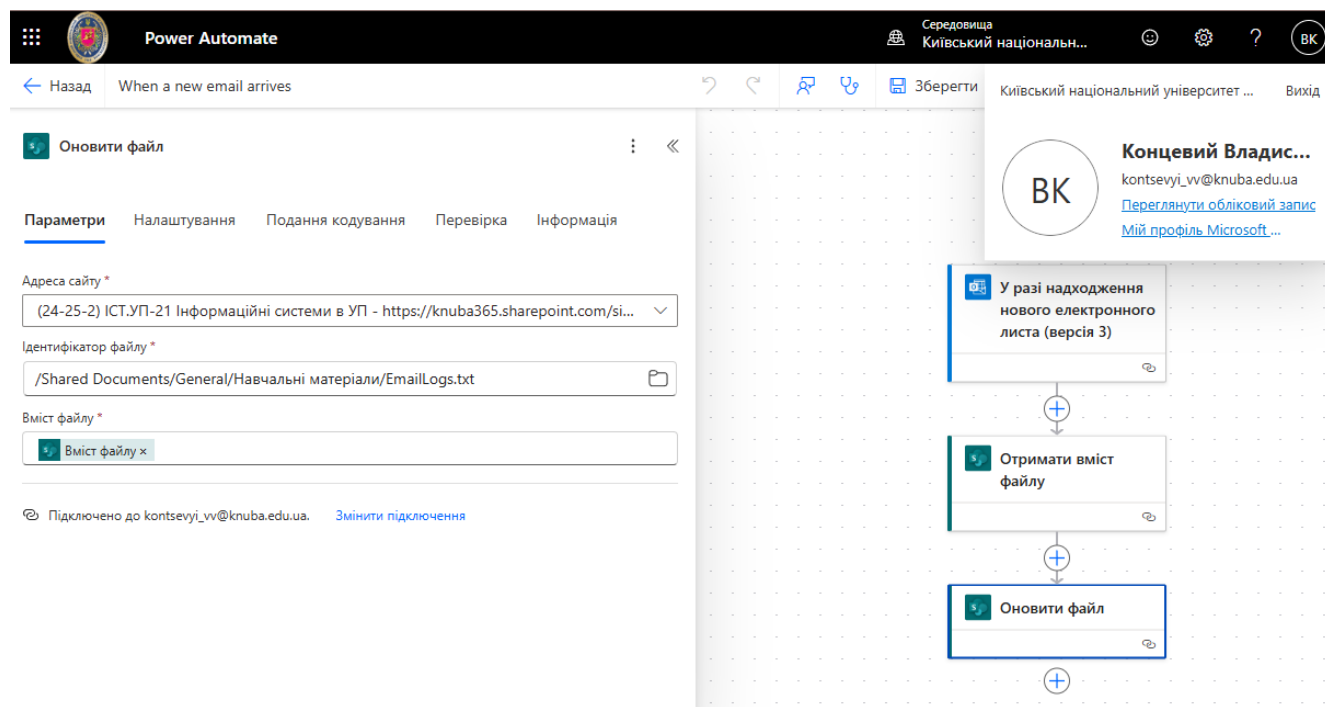


Рис. 4.9. Power automate flow «Коли приходить новий лист у Outlook».

За результатами роботи потоків були зібрані дані щодо комунікацій викладачів та студентів впродовж навчання вищезазначених дисциплін, тобто, результати переписки корпоративною поштою та спілкування в загальному каналі відповідних навчальних дисциплін. Учасники освітнього процесу були заздалегідь

поінформовані про участь у пілотному впровадженні та, тільки за умови згоди всіх студентів та викладачів, був ініційований запуск відповідних потоків в екосистемі Office 365.

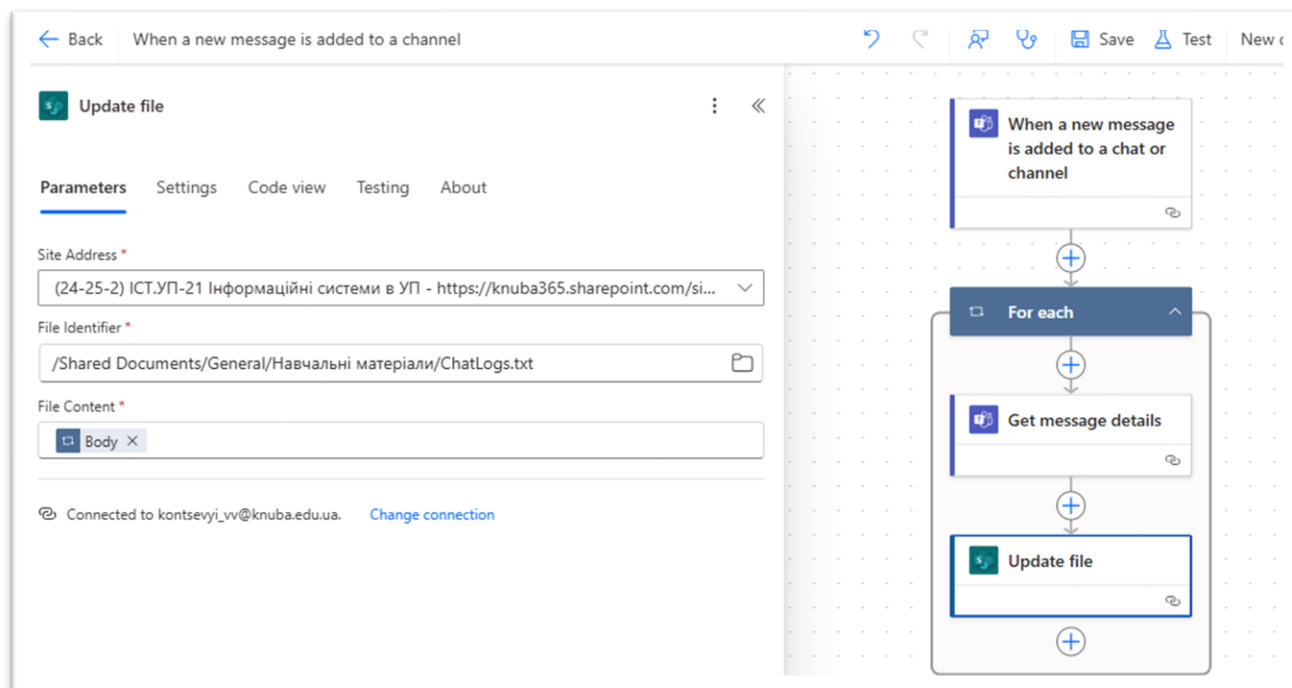


Рис. 4.10. Power automate flow «Коли з'являється нове повідомлення в Teams»

Результати роботи нейронної мережі з оцінкою комунікацій в КНУБА показані на рисунку 4.11.

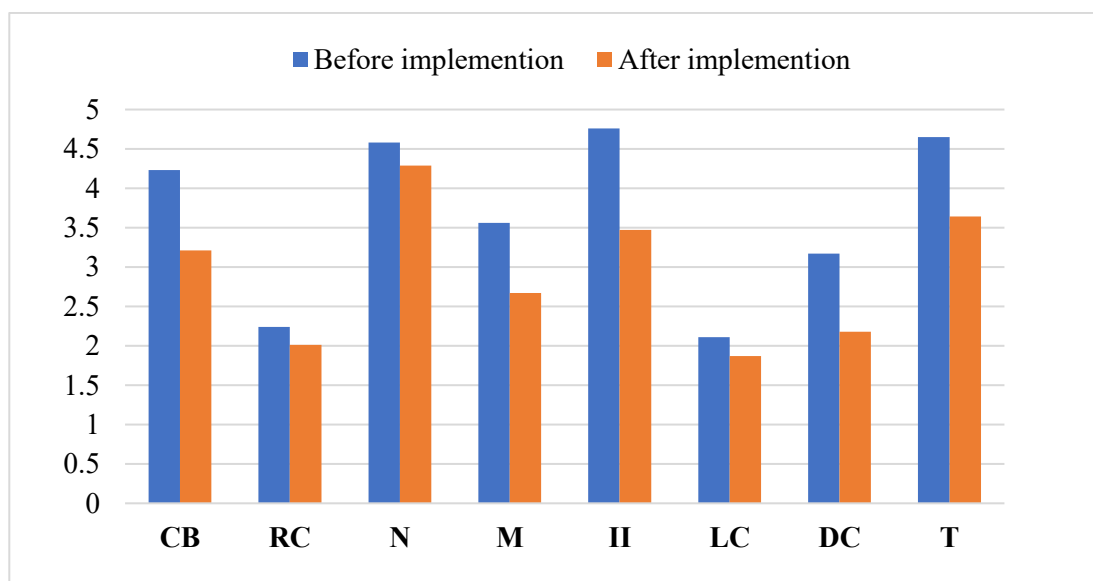


Рис. 4.11. Вплив на домени комунікації до і після впровадження в КНУБА.

Натомість, при запровадженні даної системи для аналізу комунікацій між організаційними одиницями університету (деканати, відділи, сектори та ін.) необхідно спланувати відповідний комплекс заходів. Серед основних завдань можна зазначити такі:

- Визначення «кіл» спілкування а, отже, систем комунікацій, всередині університету відповідно до затверджених положень та посадових обов'язків.
- Визначення процедур обміну комунікаціями між визначеними колами.
- Інструментальне впровадження модедей в програмну екосистему університету.
- Доповнення наборів даних для навчання нейронних мереж DisRup та DisRat для врахування специфіки предметної галузі.
- Визначення плану тестування та вдосконалення роботи нейронних мереж на основі зворотного зв'язку від співробітників університету.
- Налаштування організаційних процедур університету для підтримки роботи системи з оцінки та розвитку комунікацій в КНУБА.

Управління адміністративними процесами вимагає безперебійної комунікації між різними відділами. Розклади, бюджети та реалізація нових ініціатив залежать від ефективності інформаційного обміну. Штучний інтелект дозволяє виявляти бар'єри у комунікації та затримки в обміні інформацією, що сприяє прискоренню вирішення питань, оптимізації ресурсів та покращенню підтримки викладачів і студентів.

Формування, так званого, позитивного робочого середовища також значною мірою залежить від якості комунікації. В університетах важливо, щоб викладачі та співробітники відчували, що їхня робота цінується. Прояви мікроменеджменту або домінування в розмовах можуть негативно впливати на моральний дух і пригнічувати творчість. Використання штучного інтелекту для аналізу взаємодії в команді допомагає надавати персоналізований зворотний зв'язок, що дозволяє покращити робочий клімат і сприяє утриманню персоналу та загальному підвищенню задоволеності студентів.

Справедливість, різноманітність та інклюзія є важливими аспектами університетського життя. Враховуючи різноманітний склад академічної спільноти, необхідно забезпечити рівноправне спілкування. Штучний інтелект може аналізувати комунікацію на наявність упереджень та моделей виключення, допомагаючи створювати більш інклюзивне середовище, де цінуються всі голоси. Виявлення випадків домінування дає можливість керівництву оперативно реагувати та сприяти формуванню відкритої та рівноправної спільноти.

Моніторинг прогресу та вимірювання ефективності є критично важливими для постійного вдосконалення університетських процесів. Оскільки навчальні заклади постійно змінюються, необхідно мати адаптивні механізми оцінки комунікаційних стратегій. Штучний інтелект дозволяє аналізувати динаміку змін у комунікації, забезпечуючи показники ефективності впроваджених рішень. Це дає змогу вчасно коригувати політику, покращувати навчальні програми та підтримувати високий рівень комунікаційної взаємодії.

В закладах вищої освіти комунікація відіграє вирішальну роль в академічній, дослідницькій та адміністративній діяльності, ІІІ пропонує інструмент для підвищення ефективності та співпраці. Виявляючи шкідливу поведінку, сприяючи позитивним комунікативним практикам і заохочуючи інклюзивність, ІІІ підтримує цілі закладу та зміцнює його репутацію як процвітаючої академічної спільноти. Завдяки безперервному моніторингу та практичним ідеям заклад вищої освіти може забезпечити динамічне та гармонійне робоче середовище, яке принесе користь усім зацікавленим сторонам.

Висновки до розділу 4

1. Розроблені моделі нейронних мереж та методи оцінки учасників систем комунікацій були апробовані в діяльності будівельних компаній-забудовників «Архіматика» та «Супер Спейс Студіо». Успішне впровадження моделей розроблених нейронних мереж для аналізу комунікаційних зв'язків, що підтверджується відповідними амктами, демонструє потенціал застосування методів машинного навчання для трансформації традиційних галузей вцілому. Для

аналізу та оцінки даних використовувалися дві нейронні мережі. У рамках тестування та навчання були створені повністю нові набори даних під назвами DisFindingA та DisRatingA відповідно. Сегментацію даних і перевірку проводилась за допомогою показників: точність, запам'ятовування та оцінка F1.

2. З метою забезпечення автоматизації процесів оцінки та аналізу впливу учасників на системи комунікацій були розроблені відповідні артефакти в екосистемах Microsoft 365 організацій, де відбувалось пілотне впровадження:

- В Microsoft Forms розроблена анкета збору відповідей на питання учасників проєктних команд, що використовуються для оцінки їх лідерських спроможностей.
- За допомогою Power Automate Flow розроблений потік для передавання відповідей респондентів у відповідний файл Excel для подальшої обробки та обчислення лідерських якостей.
- У файлі Excel (формат xmlx) розроблена модель, що на основі даних відповідей визначає лідерські спроможності учасників.

3. Для аналізу нейронною мережею комунікацій на основі текстових повідомлень, розроблений відповідний скрипт Google Apps Script. Раз на місяць проводився аналіз 500 листів Goggle Mail з поміткою pilot_project кожного з учасників віртуальних команд в організації. Архітектура нейронних мереж включала шари для захоплення як семантичних, так і синтаксичних нюансів мови, яка використовується для побудови спілкування. Мережі було навчено на попередньо оброблених даних, щоб зрозуміти структуру та моделі спілкування у віртуальних командах, які беруть участь у пілотних проєктах. Аналіз проводився раз на тиждень, що дало змогу ефективно визначати та реагувати на вплив на домени комунікацій.

4. Впродовж пілотного впровадження моделей нейронних мереж у діяльність будівельних компаній шляхом налагодження зворотного зв'язку з зацікавленими сторонами була проведена оцінка продуктивності моделі, точність практичності та прийнятності результатів моделі в реальних сценаріях роботи проєктних команд. За результатами такого тестування були внесені відповідні

коригування, що включали оптимізацію параметрів нейронної мережі, такі як швидкість навчання, кількість шарів і функції активації, що були налаштовані для підвищення точності та зменшення переналаштування.

5. Моделі нейронних мереж були вдосконалені за результатами пілотного впровадження шляхом:

- Покращення техніки вбудовування слів. Параметри моделі Word2Vec, такі як розмір вектора та довжина вікна, були скориговані для кращого охоплення конкретних лінгвістичних шаблонів і термінології, що використовується в комунікаціях у сфері будівництва. Це вдосконалення допомогло моделі краще розуміти галузевий жаргон і технічну мову.

- Навчальний набір даних моделі було розширено за рахунок тих повідомлень і листування, які були створені після впровадження, щоб включити різноманітні приклади спілкування, такі як контракти з постачальниками, листування з клієнтами та нормативні документи. Цей розширений набір даних покращив здатність моделі узагальнювати різні напрямки впливу на комунікаційне середовище.

- Щоб вирішити проблеми, коли моделі було важко зрозуміти контекст, до нейромережі було додано додаткові рівні для покращення її усвідомлення контексту. Цей параметр покращив здатність моделі розрізняти різні значення того самого слова чи фрази залежно від контексту.

- Компонент аналізу настроїв було покращено шляхом додавання складніших алгоритмів аналізу настроїв, таких як трансформаторні моделі, такі як BERT, які підвищили точність визначення настрою в складних реченнях. Це дозволило постійно вдосконалювати модель, гарантуючи, що вона залишатиметься в курсі нових моделей комунікації в компанії.

- Методи оптимізації, такі як скорочення моделі та квантування, були застосовані, щоб уможливити масштабування моделі для аналізу даних зв'язку у великих проєктах без зниження продуктивності. Ці коригування зменшили обчислювальні вимоги моделі, зберігаючи при цьому точність.

6. Коригування, внесені під час етапів тестування та вдосконалення, покращили продуктивність моделі. Покращена точність – після налаштувань модель продемонструвала вищу точність і запам'ятовування у визначенні тем комунікації та настроїв, що призвело до більш надійного розуміння для керівників проєктів. Відгуки користувачів демонструють підвищену довіру до результатів моделі, зокрема до її здатності визначати ключових впливових осіб і потенційні комунікаційні проблеми. Досягнута масштабованість моделі – оптимізована архітектура моделі дозволила обробляти зростаючий обсяг комунікаційних даних у кількох проєктах без шкоди для швидкості та точності.

7. За результатами впровадження моделей в практичну діяльність будівельних компаній: підвищилась чіткість спілкування членів команди; були визначені ключові особи, які впливають на спілкування; відбувалось виявлення потенційних проблем на ранніх етапах проєкту; загалом застосування моделі сприяло більш ефективному та результативному управлінню проєктами. Загалом встановлено, що загальний негативний вплив суттєво зменшився на 7 із 8 визначених ділянок впливу на комунікації вже через два місяці впровадження. Зріс лише параметр стійкості до змін (RC). Це було пов'язано з тим, що сама технологія, яка впроваджувалася, викликала недовіру серед учасників віртуальних команд. З часом така недовіра нормалізувалася і повернулася до попереднього показника. Оскільки будівельна галузь продовжує переходити на цифрові технології, ці моделі відіграватимуть дедалі важливішу роль у забезпеченні успіху проєкту.

Основні дослідження розділу розкриті в таких публікаціях автора:

1. V. Kontsevyi, "Implementation of a Formalized Neural Network Model for Communication Analysis in a Construction Company," 2024 IEEE 19th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2024

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішена актуальна науково-прикладна проблема – розроблені та практично застосовані моделі нейронних мереж для налагодження ефективної комунікації в проектно-орієнтованих організаціях, що використовують віртуальні команди, що дозволяють формувати ефективні стратегії управління комунікацією, покращувати взаємодію учасників в межах проектів сприяти досягненню їхніх цілей.

У процесі вирішення поставлених завдань були отримані такі результати:

1. Проведений аналіз моделей комунікацій для проектування та налагодження комунікацій як в контексті управління командами проектів, так і в організаційному. Показано, що використання засобів штучного інтелекту є актуальним та підвищує здатність забезпечувати комунікації у проектно-орієнтованих організаціях. Застосування штучного інтелекту забезпечує багатогранний підхід до підвищення ефективності, точності та загальної ефективності проектних команд. Шляхом автоматизації рутинних завдань, аналізу текстових даних, прийняття рішень на основі цих даних та вдосконалення внутрішньої комунікації засоби штучного інтелекту допомагають організаціям залишатися конкурентоспроможними на ринку та швидко реагувати на потенційні проблеми в комунікаціях.

2. Розроблена модель системи комунікацій проектно-орієнтованої організації, в якій центральним елементом виступає команда проекту. При цьому виділені внутрішнє та зовнішнє середовища комунікації по відношенню до команди, визначені ролі, які мають проводити комунікації із зовнішнім середовищем. Кожен член команди проекту впродовж виконання робіт проекту може бути як відправником, так і отримувачем інформації. При цьому, для забезпечення передавання інформації може бути задіяно кілька каналів зв'язку – третій елемент системи комунікацій проекту.

3. Проведений аналіз перешкод, що виникають в проектних та організаційних комунікаціях. Сформована класифікація та опис таких перешкод – бар'єрів у комунікаціях. Формалізовані результати впливу комунікаційних

бар'єрів у комунікаціях, що є основою дослідження факторів, що впливають на комунікації. На основі проведеного дослідження комунікації у віртуальних командах зроблений висновок, що ефективне віртуальне спілкування є ключовим фактором для успішного функціонування таких команд. Для аналізу комунікацій за визначеної моделлю було проведено дослідження факторів, які можуть впливати на ефективність передавання інформації в системі за різними ознаками. Фактори були розподілені на чотири галузі або домени: комунікаційне середовище; комунікаційні процеси; канали комунікацій та когнітивне спілкування. Відповідно, за кожним доменом були визначені ключові компоненти (піддомени), що впливають саме на процеси комунікацій.

4. Одним з ключових завдань дослідження є пошук джерела виникнення перешкод в системі комунікацій оскільки особливістю предметної області є використання засобів віртуалізації в роботі команд проєктів. Запропонований термін «руйнівник» в системі комунікацій або «дисраптор» для проведення досліджень такого джерела виникнення перешкод та надання відповідних шляхів вирішення/мінімізації негативного впливу в системах комунікацій проєктно-орієнтованих організацій. Досліджені моделі та методи штучного інтелекту з огляду на їх використання для пошуку дисраптора в системах комунікацій команд проєктів. Для аналізу текстових даних запропоновано використовувати рекурентні нейронні мережі.

5. Показано, що на рівні команди її лідер може підвищити ефективність комунікацій у віртуальному середовищі. Запропоновано покроковий метод визначення лідера віртуальної команди використовуючи модель FIRO-B, що допомагає зрозуміти потреби та поведінку членів команди, забезпечуючи кращу згуртованість команди та ефективність лідера. Використання даного методу сприятиме розвитку команди та її комунікацій.

6. Розроблена модель штучної нейронної мережі **DisFind** дозволяє визначити напрями впливу учасників на систему комунікацій всередині проєктної команди, що працює у віртуальному середовищі. Нейронна мережа включає одновимірний згортковий шар, на внутрішньому рівні моделі використовується

функція активації ReLU для знаходження нелінійних взаємозв'язків в даних. Мережа має п'ять прихованих шарів, що дозволяє моделі вивчати складні закономірності та відношення в даних на різних рівнях абстракції, починаючи від простих представлень до більш узагальнених та комплексних. У вихідному шарі застосовувалася функція активації SoftMax, за допомогою якої здійснюється багатокласова класифікація. Експерименти, проведені на власному наборі даних DisFind, який розділений на набори даних тренування та перевірки. Запропонована модель досягла необхідних показників точності що було підтверджено матрицею помилок.

7. Для оцінки впливу у комунікаційному процесі розроблена додаткова нейронна мережа **DisRat**. Модель мережі містить вхідний шар із 8 нейронами, два приховані шари та вихідний шар із 8 нейронами (по одному для кожної оцінки). Дана мережа оцінює кількісний вплив особи на кожний домен системи комунікацій в діапазоні від 0 до 10. Нейронна мережа **DisRat** навчена на наборі даних DisRating, який розроблений на основі комунікаційних даних організації. Набір даних DisRating було розділено на набори даних для навчання, тестування та перевірки. Мережа показала високу ефективність класифікації, підтверджену відповідними аналітичними графіками.

За результатами вихідних даних з мережі проведений GAP-аналіз для визначення впливу особи на систему комунікацій. Аналіз показав як різні фактори впливають на комунікаційні процеси, що дозволяє виявляти ключових руйнівників системи комунікацій. Розроблена модель кількісної оцінки впливу руйнівників на комунікаційне середовище, яка дозволяє визначити зони впливу руйнівників і оцінити їх вплив. Запропонований підхід дозволив досягти високої точності визначення зон впливу руйнівників та оцінки їх впливу.

8. Запропонована інформаційна система забезпечення комунікацій з огляду на діяльність організації вцілому. Наведені переваги застосування такої інформаційної системи та її роль у підвищенні технологічної зрілості організації. Запропонована концептуальна модель інформаційного середовища комунікацій таких команд та модель управління віртуальною командою з позицій її розвитку

та вдосконалення компетентності на основі поєднання застосування стандартів COBIT та ITIL. Запропонований підхід дає змогу підвищити компетентність як самої організації так і віртуальних команд.

Запропонована модель комунікацій з використанням моделі FIRO-B у поєднанні із фреймворками COBIT та ITIL забезпечує проєктно-орієнтовані IT організації методами визначення та розвитку компетентності як на організаційному так і на командному рівнях, що враховує емоційний стан людини та її здатність поширювати емоції на інших учасників команди. Емоційний вплив кількісно визначається за допомогою коефіцієнта віртуальності, який вимірює вплив віртуальних членів команди один на одного.

9. Розроблені моделі нейронних мереж та методи оцінки учасників систем комунікацій були апробовані в діяльності будівельних компаній-забудовників «Архіматика», «Супер Спейс Студіо» та у Київському національному університеті будівництва і архітектури. З метою забезпечення автоматизації процесів оцінки та аналізу впливу учасників на системи комунікацій були розроблені відповідні артефакти в екосистемах Microsoft 365 організацій, де відбувалось пілотне впровадження. Архітектура нейронних мереж включала шари для захоплення як семантичних, так і синтаксичних нюансів мови, яка використовується для побудови спілкування. Мережі було навчено на попередньо оброблених даних, щоб зрозуміти структуру та моделі спілкування у віртуальних командах, які беруть участь у пілотних проєктах. Впродовж пілотного впровадження моделей нейронних мереж у діяльність будівельних компаній шляхом налагодження зворотного зв'язку з зацікавленими сторонами була проведена оцінка продуктивності моделі, точність практичності та прийнятності результатів моделі в реальних сценаріях роботи проєктних команд. За результатами такого тестування були внесені відповідні коригування, що включали оптимізацію параметрів нейронної мережі, такі як швидкість навчання, кількість шарів і функції активації, що були налаштовані для підвищення точності та зменшення переналаштування.

За результатами впровадження моделей в практичну діяльність будівельних компаній: підвищилась чіткість спілкування членів команди; були визначені

ключові особи, які впливають на спілкування; відбувалось виявлення потенційних проблем на ранніх етапах проєкту; загалом застосування моделі сприяло більш ефективному та результативному управлінню проєктами. Загалом встановлено, що загальний негативний вплив суттєво зменшився на 7 із 8 визначених ділянок впливу на комунікації вже через два місяці впровадження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Communication Definition & Meaning* | *Britannica Dictionary*. (б. д.). Encyclopedia Britannica| Britannica.
<https://www.britannica.com/dictionary/communication>
2. Nepomuceno, T. C. C., Nepomuceno, K. T. C., Da Silva, F. C., & De Carvalho Santos, S. G. T. (2023). Quantifying Webpage performance: A comparative analysis of TCP/IP and QUIC communication protocols for improved efficiency. *Data*, 8(8), 134. <https://doi.org/10.3390/data8080134>.
3. Paul, J. J. (2023). Event-Driven architectures. In *Apress eBooks* (pp. 23–48). doi: 10.1007/978-1-4842-9159-7_3.
4. Sholikhatin, S. A., Kuncoro, A. P., Munawaroh, A. L., & Setiawan, G. A. (2022). Comparative study of RSA Asymmetric Algorithm and AES Algorithm for data Security. *Edu Komputika Journal*, 9(1), 60–67. doi:10.15294/edukomputika.v9i1.57389.
5. Usmani, M. F. (2021). *MQTT protocol for the IoT – Review paper*. doi: 10.13140/RG.2.2.26065.10088.
6. Blum, N., Lachapelle, S., & Alvestrand, H. (2021). WebRTC - realtime communication for the open web platform. What was once a way to bring audio and video to the web has expanded into more use cases we could ever imagine. *Queue*, 19(1), 77–93. <https://doi.org/10.1145/3454122.3457587>.
7. Rosenfield, L. W. (2011). III. An Aristotelian theory of communication. In *Aristotle and information theory: A comparison of the influence of causal assumptions on two theories of communication* (pp. 61–62). Walter de Gruyter. <https://doi.org/ISBN-9783110813616>.
8. Watson, J., & Hill, A. (2012). *Dictionary of media and communication studies* (p. 154). Bloomsbury Publishing USA.
9. Chandler, D., & Munday, R. (2011). *A dictionary of media and communication* (p. 387). OUP Oxford.
10. Berlo, D. K. (1960). *The process of communication: An introduction to theory and practice* (p. 40). Holt, Rinehart and Winston.

11. Barnlund, D. C. (2013). A transactional model of communication. In J. Akin, A. Goldberg, G. Myers, & J. Stewart (Eds.), *Language behavior* (pp. 43–61). De Gruyter Mouton. <https://doi.org/10.1515/9783110878752.43>.
12. McQuail, D., & Windahl, S. (2015). *Communication models for the study of mass communications* (pp. 16–22). Routledge.
13. Bahrain, N., Sakrani, S. N. R., & Maidin, A. (2023). Communication barriers in work environment: Understanding impact and challenges. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 13(11), Article 19498. <https://doi.org/10.6007/IJARBS/v13-i11/19498>.
14. Giovannoni, F., & Xiong, S. (2019). Communication under language barriers. *Journal of Economic Theory*, 180, 274–303. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2018.12.009>.
15. Weber, M. (1947). *The theory of social and economic organization* (A. M. Henderson & T. Parsons, Trans.). The Free Press.
16. Tompkins, P. K., & Cheney, G. (1985). Communication and unobtrusive control in contemporary organizations. In R. D. McPhee & P. K. Tompkins (Eds.), *Organizational communication: Traditional themes and new directions* (pp. 179–210). Sage.
17. Dietz, J. L. G. (2006). The deep structure of business processes. *Communications of the ACM*, 49(5), 58–64.
18. Racolța-Paina, N. D., Luncașu, A., Metz, M., & Zăgan, S. E. (2022). LEADING VIRTUAL TEAMS DURING COVID-19. *Proceedings of the International Management Conference*. <https://doi.org/10.24818/imc/2021/04.08>.
19. Natrajan, N. (2016). Use of social media as a communication tool in virtual teams for software development project: A paradigm shift. In *Social media and organizational sustainability*. Bloomsbury.
20. Sidabutar, J. M., Machmud, S., & Megawati, I. (2024). The influence of transformational leadership and communication on employee performance. *Majalah Bisnis & IPTEK*, 17(2), 125–139. <https://doi.org/10.55208/zwzns211>.

21. Korejan, M. M., & Shahbazi, H. (2016). An analysis of the transformational leadership theory. *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 8(3), 452. <https://doi.org/10.4314/jfas.v8i3s.192>.
22. Nikezić, S., Purić, S., & Purić, J. (2012). Transactional and transformational leadership development through changes. *International Journal for Quality Research*, 6(3), 290–299.
23. Bouisse-Bloigu, I., & Chamakiotis, P. (2025). Leading Hybrid Virtual Teams: an exploratory Qualitative study. In *Lecture notes in business information processing* (pp. 156–165). https://doi.org/10.1007/978-3-031-81325-2_11.
24. Wiatr, A., & Skowron-Mielnik, B. (2022). Hybrid team management: The long and winding road. *Organizational Dynamics*, 52(1), 100936. <https://doi.org/10.1016/j.orgdyn.2022.100936>.
25. George, J. F., Mills, A. M., Giordano, G., Gupta, M., Tennant, V. M., & Lewis, C. C. (2023). Toward a greater understanding of the use of nonverbal cues to Deception in Computer-Mediated Communication. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 66(2), 131–149. <https://doi.org/10.1109/tpc.2023.3263378>.
26. Galvano, F. (2023, August). *Nonverbal cues in remote work environments: Navigating the dynamics of communication*. Behavior Analysis Team – NOC.
27. Ibrahim, N. a. N., Rani, N. S. A., Jamri, M. H., Bakar, M. H., Wahab, S. A., Mahbob, M. H., & Kahar, N. (2022). The importance of Non-Verbal Communication in organizations. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 12(6). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v12-i6/13901>.
28. Jarrell, A. (2020). *The experiences of team managers with knowledge sharing within diverse virtual teams* (Publication No. 8295) [Doctoral dissertation, Walden University]. Walden Dissertations and Doctoral Studies. <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations/8295>.
29. Kapur, R. (2020). *Organizational structure and occurrence of technological barriers in the communication processes*.

30. Bond-Barnard, T., Fletcher, L., & Steyn, H. (2016). Exploring the influence of instant messaging and video conferencing on the quality of project communication. *Acta Structilia*, 23(1). <https://doi.org/10.18820/24150487/as23i1.2>.
31. Lim, F. P. (2017). An analysis of synchronous and asynchronous communication tools in e-Learning. *Advanced Science and Technology Letters*. <https://doi.org/10.14257/astl.2017.143.46>.
32. Yashan, N., Rani, J., Kaur, P., & Meenachi, A. (2024). Effective business communication in the digital age: Strategies for success. *Educational Administration Theory and Practice*, 30, 2197–2204. <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i6.5681>.
33. Marinov, M. A. (2023). Virtual teams across national borders. In *Routledge eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9781003398745>.
34. Newman, S. A., Ford, R. C., & Marshall, G. W. (2019). Virtual Team Leader Communication: Employee Perception and Organizational Reality. *International Journal of Business Communication*, 57(4), 452–473. <https://doi.org/10.1177/2329488419829895>.
35. Marlow, S. L., Lacerenza, C. N., & Salas, E. (2017). Communication in virtual teams: a conceptual framework and research agenda. *Human Resource Management Review*, 27(4), 575–589. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.005>.
36. Feher, K. (2020). Narrow AI Results in Narrow Creativity. Conference Presentation and Abstract.
37. Interaction Design Foundation - IxDF. (2023, November 20). What is Narrow AI?. Interaction Design Foundation - IxDF. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/narrow-ai>.
38. Qi, Y., Chen, J., Qin, S., & Du, F. (2024). Human-AI mutual trust in the era of artificial general intelligence. *Advances in Psychological Science*, 32(12), 2124. <https://doi.org/10.3724/sp.j.1042.2024.02124>.
39. V, R., & Naik, S. (2023). NATURAL LANGUAGE PROCESSING. *International Journal of Computing Algorithm*, 12(2). <https://doi.org/10.20894/ijcoa.101.012.002.001>.

40. Supriyono, N., Wibawa, A. P., Suyono, N., & Kurniawan, F. (2024). Advancements in natural Language Processing: Implications, challenges, and future directions. *Telematics and Informatics Reports*, 16, 100173. <https://doi.org/10.1016/j.teler.2024.100173>.
41. Abro, A. A., Talpur, M. S. H., & Jumani, A. K. (2022). Natural Language Processing Challenges and Issues: A Literature review. *GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE*, 36(4), 1522–1536. <https://doi.org/10.35378/gujs.1032517>.
42. Škrlj, B. (2024). Computer Vision. In *SpringerBriefs in computer science* (pp. 33–38). https://doi.org/10.1007/978-3-031-57016-2_5.
43. Jagdale, K., Shelke, C., Achary, R., Wankhede, D., & Bhandare, T. (2022). Artificial intelligence and its subsets: Machine learning and its algorithms, deep learning, and their future trends. *Journal Name*, 9, i112–i117. <https://doi.org/10.6084/m9.jetir.JETIR2205914>.
44. Khan, S. A., Chowdhury, M. M. H., & Nandy, U. (2023). AI Robotics Technology: a review. *Journal of Engineering Research and Reports*, 25(10), 187–194. <https://doi.org/10.9734/jerr/2023/v25i101011>.
45. Reddy, K. P. N., Harichandana, U., Alekhya, T., & M, R. S. (2019). A study of Robotic process Automation among Artificial intelligence. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 9(2), p8651. <https://doi.org/10.29322/ijsrp.9.02.2019.p8651>.
46. Vrontis, D., Christofi, M., Pereira, V., Tarba, S., Makrides, A., & Trichina, E. (2021). Artificial intelligence, robotics, advanced technologies and human resource management: a systematic review. *The International Journal of Human Resource Management*, 33(6), 1237–1266. <https://doi.org/10.1080/09585192.2020.1871398>
47. Seger, E. (2022). Experts & AI systems, explanation & trust: A comparative investigation into the formation of epistemically justified belief in expert testimony and in the outputs of AI-enabled expert systems [Apollo - University of Cambridge Repository]. <https://doi.org/10.17863/CAM.90175>.
48. Farrokhi, M., Taheri, F., Adibnia, E., Mehrtabar, S., Rassaf, Z., Tooyserkani, S. H., Rajabloo, Y., Tooyserkani, G. S., Ranjbar, Z., Hashemi, E., Khorsand, M.-S.,

Aminoleslami, S., Sabzehie, H., Taherlou, S., Moosavi, S. M., Fatahi, M., Taherlou, A., Kohansal, E., Rezaeirad, A., ... Farrokhi, M. (2024). The AI Diagnostician: Improving Medical Diagnosis with Artificial Intelligence. B The AI Diagnostician: Improving Medical Diagnosis with Artificial Intelligence (c. 1–219). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11266851>.

49. Masciari, E., Umair, A., & Ullah, M. H. (2024). A Systematic literature review on AI-Based recommendation Systems and their ethical considerations. *IEEE Access*, 12, 121223–121241. <https://doi.org/10.1109/access.2024.3451054>.

50. Ogidan, E. T., Dimililer, K., & Ever, Y. K. (2018). Machine learning for expert systems in data analysis. *2018 2nd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies (ISMSIT)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/ismsit.2018.8567251>.

51. Buchanan, B. G., & Feigenbaum, E. A. (1981). Dendral and Meta-Dendral. In *Elsevier eBooks* (pp. 313–322). <https://doi.org/10.1016/b978-0-934613-03-3.50026-x>.

52. Kraft, A. (1984). XCON: an expert configuration system at Digital Equipment Corporation. In *The MIT Press eBooks* (pp. 41–50). <https://doi.org/10.7551/mitpress/1165.003.0005>.

53. Han, Y., Chen, J., Dou, M., Wang, J., & Feng, K. (2023). The impact of artificial intelligence on the financial services industry. *Deleted Journal*, 2(3), 83–85. <https://doi.org/10.54097/ajmss.v2i3.8741>.

54. Folorunso, N. A., Adewumi, N. T., Adewa, N. A., Okonkwo, N. R., & Olawumi, N. T. N. (2024). Impact of AI on cybersecurity and security compliance. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 21(1), 167–184. <https://doi.org/10.30574/gjeta.2024.21.1.0193>.

55. Abed, A. K., & Anupam, A. (2023). Review of security issues in Internet of Things and artificial intelligence-driven solutions. *Security and Privacy*, 6(3), e285. <https://doi.org/10.1002/spy2.285>.

56. Ali, S., Rehman, S. U., Imran, A., Adeem, G., Iqbal, Z., & Kim, K.-I. (2022). Comparative Evaluation of AI-Based Techniques for Zero-Day Attacks Detection. *Electronics*, 11(23), 3934. <https://doi.org/10.3390/electronics11233934>.
57. Institute, P. M. (2018). *Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide-Sixth Edition / Agile Practice Guide Bundle (JAPANESE)*. Project Management Institute.
58. Fuchs, C., & Reichel, A. (2023). Effective communication for relational coordination in remote work: How job characteristics and HR practices shape user–technology interactions. *Human Resource Management*, 62(4), 511–528. <https://doi.org/10.1002/hrm.22161>.
59. Kowalski, G., & Ślebarska, K. (2022). Remote working and work effectiveness: a leader perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(22), 15326. <https://doi.org/10.3390/ijerph192215326>.
60. Altman, E. J., & Tushman, M. L. (2017). Platforms, open/user innovation, and ecosystems: A strategic leadership perspective. In J. Furman, A. Gawer, B. Silverman, & S. Stern (Eds.), *Entrepreneurship, innovation, and platforms* (pp. 177–207). Emerald Publishing.
61. Sedlár, M., & Kaššaiová, Z. (2022). Markers of cognitive skills important for team leaders in emergency medical services: a qualitative interview study. *BMC Emergency Medicine*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12873-022-00629-1>.
62. Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Bushuiev, D., & Bushuieva, V. (2022). Inspirational emotions as a driver of managing information-communication projects. *2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 438–441. <https://doi.org/10.1109/csit56902.2022.10000509>.
63. Sivathanu, B., & Pillai, R. (2018). Smart HR 4.0 – how industry 4.0 is disrupting HR. *Human Resource Management International Digest*, 26(4), 7–11. <https://doi.org/10.1108/hrmid-04-2018-0059>.
64. Petzold, N., Schmidt, A. L., & Scaringella, L. (2023). How to overcome the disruptor’s dilemma: Exploring strategic alliance reconfiguration of new market

entrants. *Technovation*, 126, 102812.

<https://doi.org/10.1016/j.technovation.2023.102812>.

65. Christensen, C. M., McDonald, R., Altman, E. J., & Palmer, J. E. (2018). Disruptive Innovation: An Intellectual History and Directions for Future research. *Journal of Management Studies*, 55(7), 1043–1078. <https://doi.org/10.1111/joms.12349>.

66. Voitenko, O., & Timinskyi, O. (2018c). Approach to the creation of a comprehensively competent Project-Oriented organization. 2018 *IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 173–176. <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526703>.

67. Paszke, A., Gross, S., Massa, F., Lerer, A., Bradbury, J., Chanan, G., Killeen, T., Lin, Z., Gimelshein, N., Antiga, L., Desmaison, A., Köpf, A., Yang, E., DeVito, Z., Raison, M., Tejani, A., Chilamkurthy, S., Steiner, B., Fang, L., . . . Chintala, S. (2019). PyTorch: An Imperative Style, High-Performance Deep Learning Library. *arXiv (Cornell University)*. <https://doi.org/10.48550/arxiv.1912.01703>.

68. Simmons, C., & Holliday, M. A. (2019). A comparison of two popular machine learning frameworks. *The Journal of Computing Sciences in Colleges*, 35(4), 20–25.

69. Mienye, I. D., Swart, T. G., & Obaido, G. (2024). Recurrent Neural Networks: A comprehensive review of architectures, variants, and applications. *Information*, 15(9), 517. <https://doi.org/10.3390/info15090517>.

70. Hochreiter, S., & Schmidhuber, J. (1997). Long Short-Term memory. *Neural Computation*, 9(8), 1735–1780. <https://doi.org/10.1162/neco.1997.9.8.1735>.

71. Dey, R., & Salem, F. M. (2017). Gate-variants of Gated Recurrent Unit (GRU) neural networks. 2022 *IEEE 65th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS)*, 1597–1600. <https://doi.org/10.1109/mwscas.2017.8053243>.

72. Chakkarwar, V., Tamane, S., & Thombre, A. (2023b). A review on BERT and its implementation in various NLP tasks. *Advances in Computer Science Research*, 112–121. https://doi.org/10.2991/978-94-6463-136-4_12.

73. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-Training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. In *Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies, Volume 1 (Long and Short Papers)* (pp. 4171-4186). Association for Computational Linguistics. <https://doi.org/10.18653/v1/N19-1423>.
74. Tripathi, P. S. (2009). *Communication management: A Global Perspective*. Global India Publications.
75. Institute, P. M. I. P. M. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) – Seventh edition and the Standard for Project Management (ARABIC)*. Project Management Institute.
76. Marlow, S. L., Lacerenza, C. N., & Salas, E. (2017b). Communication in virtual teams: a conceptual framework and research agenda. *Human Resource Management Review*, 27(4), 575–589. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.005>.
77. Gibbs, J. L., Sivunen, A., & Boyraz, M. (2017). Investigating the impacts of team type and design on virtual team processes. *Human Resource Management Review*, 27(4), 590–603. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.006>.
78. Kramer, W. S., Shuffler, M. L., & Feitosa, J. (2017). The world is not flat: Examining the interactive multidimensionality of culture and virtuality in teams. *Human Resource Management Review*, 27(4), 604–620. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.007>.
79. Dulebohn, J. H., & Hoch, J. E. (2017). Virtual teams in organizations. *Human Resource Management Review*, 27(4), 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.004>.
80. Roehling, M. (2017). The important but neglected legal context of virtual teams: Research implications and opportunities. *Human Resource Management Review*, 27(4), 621–634. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.008>.
81. Schaubroeck, J. M., & Yu, A. (2017). When does virtuality help or hinder teams? Core team characteristics as contingency factors. *Human Resource Management Review*, 27(4), 635–647. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.009>.

82. Liao, C. (2017). Leadership in virtual teams: A multilevel perspective. *Human Resource Management Review*, 27(4), 648–659. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2016.12.010>
83. Pauleen, D. (2003). *Virtual teams: projects, protocols and processes: Projects, Protocols and Processes*. IGI Global..
84. Okay, A. (2016). Trust in communication management. <https://doi.org/10.3726/978-3-653-06959-4>.
85. Jarvenpaa, S. L., & Leidner, D. E. (1998). Communication and trust in global virtual teams. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 3(4), JCMC346. <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1998.tb00080.x>.
86. Bernard, P. (2012). *COBIT® 5 - A Management Guide*. Van Haren Publishing..
87. Office, G. B. C., & Office, G. B. S. (2011). *ITIL Service Strategy*. Stationery Office/Tso.
88. Clarke, S. (2013). Safety leadership: A meta-analytic review of transformational and transactional leadership styles as antecedents of safety behaviours. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 86(1), 22–49. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8325.2012.02064.x>.
89. Griffin, M. A., & Talati, Z. (2011, August). Meta-analysis of active management-by-exception variability across leadership contexts. In *Academy of Management annual conference, San Antonio, TX*.
90. Gaur, D., & Katuse, P. (2022). FIRO-B and situational leadership model: A correlational context of Middle Eastern business leadership. *Corporate and Business Strategy Review*, 3(1), 144–152. <https://doi.org/10.22495/cbsrv3i1art13>.
91. Bonebright, D. A. (2010). 40 years of storming: a historical review of Tuckman's model of small group development. *Human Resource Development International*, 13(1), 111–120. <https://doi.org/10.1080/13678861003589099>.
92. Obradovicl, V., Todorovic, M., & Bushuyev, S. (2018). Sustainability and agility in project management: contradictory or complementary? *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/stc-csit.2018.8526666>.

93. C. Belack, D. Di Filippo, I. Di Filippo Cognitive Readiness in Project Teams. Reducing Project Innovationity and Increasing Success in Project Management 2019. New York, NY: Routledge/Productivity Press, 252 p.

94. Концевий В. В. Обмін знаннями та комунікації в командах ІТ проєктів / В. В. Концевий, О. С. Войтенко // Управління проектами у розвитку суспільства : XVIII Міжнародна конференція. Тема: “Управління проектами в умовах пандемії COVID-19”: тези доповідей, Київ, 15 травня 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Укр. асоціація упр. проектами, Академія упр. проектами ; відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ : КНУБА, 2021. – С. 184 - 189. – Бібліогр. : 9 назв.

95. V. Kontsevyi and O. Voitenko, “Communications disruptor in project-oriented organisations,” 2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/CSIT61576.2023.10324097.

96. Dash, C. S. K., Behera, A. K., Dehuri, S., & Cho, S. (2016). Radial basis function neural networks: a topical state-of-the-art survey. *Open Computer Science*, 6(1), 33–63. <https://doi.org/10.1515/comp-2016-0005>.

97. Saif, H., Ortega, F. J., Fernández, M., & Cantador, I. (2016). Sentiment analysis in social streams. In *Human-computer interaction series* (pp. 119–140). https://doi.org/10.1007/978-3-319-31413-6_7.

98. Specht, D. (1991). A general regression neural network. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 2(6), 568–576. <https://doi.org/10.1109/72.97934>.

99. Hung, L. P., & Alias, S. (2023). Beyond Sentiment Analysis: A review of recent trends in text based sentiment analysis and emotion detection. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics*, 27(1), 84–95. <https://doi.org/10.20965/jaciii.2023.p0084>.

100. Popescu, M.-C., Balas, V. E., Perescu-Popescu, L., & Mastorakis, N. (2009). Multilayer perceptron and neural networks. *WSEAS Transactions on Circuits and Systems*, 8(7), 579–588.

101. Murtagh, F. (1991). Multilayer perceptrons for classification and regression. *Neurocomputing*, 2(5–6), 183–197. [https://doi.org/10.1016/0925-2312\(91\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0925-2312(91)90023-5).
102. Indolia, S., Goswami, A. K., Mishra, S., & Asopa, P. (2018). Conceptual Understanding of Convolutional Neural Network- A Deep Learning Approach. *Procedia Computer Science*, 132, 679–688. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.069>.
103. Purwono, P., Ma'arif, A., Rahmانيar, W., Fathurrahman, H. I. K., Frisky, A. Z. K., & Haq, Q. M. U. (2023). Understanding of Convolutional Neural Network (CNN): a review. *International Journal of Robotics and Control Systems*, 2(4), 739–748. <https://doi.org/10.31763/ijrcs.v2i4.888>.
104. Roncancio, R., Gamal, A. E., & Gore, J. P. (2022). Turbulent flame image classification using Convolutional Neural Networks. *Energy and AI*, 10, 100193. <https://doi.org/10.1016/j.egyai.2022.100193>.
105. Du, K., & Swamy, M. N. S. (2013). Recurrent neural networks. In *Springer eBooks* (pp. 337–353). https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5571-3_11.
106. Gradient calculations for dynamic recurrent neural networks. (2009b). In *IEEE eBooks*. <https://doi.org/10.1109/9780470544037.ch11>.
107. Zhou, J., Cui, G., Hu, S., Zhang, Z., Yang, C., Liu, Z., Wang, L., Li, C., & Sun, M. (2020). Graph neural networks: A review of methods and applications. *AI Open*, 1, 57–81. <https://doi.org/10.1016/j.aiopen.2021.01.001>.
108. Zayats, V., & Ostendorf, M. (2018). Conversation modeling on Reddit using a graph-structured LSTM. *Transactions of the Association for Computational Linguistics*, 6, 121–132. https://doi.org/10.1162/tacl_a_00009.
109. Larochelle, H., Bengio, Y., Louradour, J., & Lamblin, P. (2009). Exploring strategies for training deep neural networks. *Journal of Machine Learning Research*, 10(1), 1–40. <https://doi.org/10.1145/1577069.1577070>.
110. Cahyani, D. E., Wibawa, A. P., Prasetya, D. D., Gumilar, L., Akhbar, F., & Triyulinar, E. R. (2022). Text-Based Emotion Detection using CNN-BiLSTM. *2022 4th International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 1–5. <https://doi.org/10.1109/icoris56080.2022.10031370>.

111. Abas, A. R., Elhenawy, I., Zidan, M., & Othman, M. (2021). BERT-CNN: A Deep Learning Model for Detecting Emotions from Text. *Computers, Materials & Continua/Computers, Materials & Continua (Print)*, 71(2), 2943–2961. <https://doi.org/10.32604/cmc.2022.021671>.
112. Ullah, F., Chen, X., Shah, S. B. H., Mahfoudh, S., Hassan, M. A., & Saeed, N. (2022). A Novel approach for Emotion Detection and sentiment Analysis for low resource Urdu language based on CNN-LSTM. *Electronics*, 11(24), 4096. <https://doi.org/10.3390/electronics11244096>.
113. Riza, M. A., & Charibaldi, N. (2021). Emotion detection in Twitter social media using Long Short-Term Memory (LSTM) and fast text. *International Journal of Artificial Intelligence & Robotics (IJAIR)*, 3(1), 15–26. <https://doi.org/10.25139/ijair.v3i1.3827>.
114. Suissa, O., Elmalech, A., & Zhitomirsky-Geffet, M. (2021). Text analysis using deep neural networks in digital humanities and information science. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 73(2), 268–287. <https://doi.org/10.1002/asi.24544>.
115. Hasan, M., Rundensteiner, E., & Agu, E. (2018). Automatic emotion detection in text streams by analyzing Twitter data. *International Journal of Data Science and Analytics*, 7(1), 35–51. <https://doi.org/10.1007/s41060-018-0096-z>.
116. Herzig, J., Shmueli-Scheuer, M., & Konopnicki, D. (2017). Emotion detection from text via ensemble classification using word embeddings. In *Proceedings of the ACM SIGIR International Conference on Theory of Information Retrieval (ICTIR '17)* (pp. 269–272). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3121050.3121093>.
117. Atmaja, B. T., & Akagi, M. (2019). Deep learning-based categorical and dimensional emotion recognition for written and spoken text. *IPTEK Journal of Proceedings Series*.
118. Jianqiang, Z., & Xiaolin, G. (2017). Comparison research on text pre-processing methods on Twitter Sentiment analysis. *IEEE Access*, 5, 2870–2879. <https://doi.org/10.1109/access.2017.2672677>.

119. Alrasheedi, F., Zhong, X., & Huang, P. (2023). Padding Module: Learning the padding in deep neural networks. *IEEE Access*, 11, 7348–7357. <https://doi.org/10.1109/access.2023.3238315>.
120. Gautam, A. K., & Bansal, A. (2022). Effect of features extraction techniques on cyberstalking detection using machine learning Framework. *Journal of Advances in Information Technology*, 13(5). <https://doi.org/10.12720/jait.13.5.486-502>.
121. Adewumi, T., Liwicki, F., & Liwicki, M. (2022). Word2Vec: Optimal hyperparameters and their impact on natural language processing downstream tasks. *Open Computer Science*, 12(1), 134–141. <https://doi.org/10.1515/comp-2022-0236>
122. Visa, S., Ramsay, B., Ralescu, A., & Knaap, E. (2011). Confusion matrix-based feature selection. *CEUR Workshop Proceedings*, 710, 120–127.
123. Hacine-Gharbi, A., Ravier, P., Harba, R., & Mohamadi, T. (2012). Low bias histogram-based estimation of mutual information for feature selection. *Pattern Recognition Letters*, 33(10), 1302–1308. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2012.02.022>.
124. Rosenblatt, M. (1956). Remarks on some nonparametric estimates of a density function. *The Annals of Mathematical Statistics*, 27(3), 832–837. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177728190>.
125. Parzen, E. (1962). On estimation of a probability density function and mode. *The Annals of Mathematical Statistics*, 33(3), 1065–1076. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177704472>.
126. Tibshirani, R., & Friedman, J. (2001). *The elements of statistical learning: Data Mining, Inference, and Prediction*.
127. Zou, X., Wang, X., Cen, S., Dai, G., & Liu, C. (2022). Knowledge graph embedding with self adaptive double-limited loss. *Knowledge-Based Systems*, 252, 109310. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2022.109310>.
128. Wang, W., & Lu, Y. (2018). Analysis of the mean Absolute Error (MAE) and the Root Mean square Error (RMSE) in assessing rounding model. *IOP Conference Series Materials Science and Engineering*, 324, 012049. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/324/1/012049>.

129. Schneider, P., & Xhafa, F. (2022). Anomaly detection. In *Elsevier eBooks* (pp. 49–66). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-823818-9.00013-4>.
130. Kim, S., & Ji, Y. (2018). Gap analysis. *The International Encyclopedia of Strategic Communication*, 1–6. <https://doi.org/10.1002/9781119010722.iesc0079>.
131. Shah, D., Chavan, K., Shah, S., & Kanani, P. (2021). Real-Time Facial Emotion Recognition. *2021 2nd Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*, 63, 1–4. <https://doi.org/10.1109/gcat52182.2021.9587707>.
132. Bushuyev, S., Bushuyeva, N., Bushuiev, D., & Bushuieva, V. (2022b). Inspirational emotions as a driver of managing information-communication projects. *2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)*, 438–441. <https://doi.org/10.1109/csit56902.2022.10000509>.
133. Shehu, H. A., Browne, W. N., & Eisenbarth, H. (2021). An Out-of-Distribution Attack Resistance approach to emotion Categorization. *IEEE Transactions on Artificial Intelligence*, 2(6), 564–573. <https://doi.org/10.1109/tai.2021.3105371>.
134. Tang, Y., Zhang, X., Hu, X., Wang, S., & Wang, H. (2020). Facial expression recognition using frequency neural network. *IEEE Transactions on Image Processing*, 30, 444–457. <https://doi.org/10.1109/tip.2020.3037467>.
135. Liu, X., Kumar, B. V., Jia, P., & You, J. (2018). Hard negative generation for identity-disentangled facial expression recognition. *Pattern Recognition*, 88, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2018.11.001>.
136. Fatima, A., Li, Y., Hills, T. T., & Stella, M. (2021). DAsentimental: detecting depression, anxiety, and stress in texts via emotional recall, cognitive networks, and machine learning. *Big Data and Cognitive Computing*, 5(4), 77. <https://doi.org/10.3390/bdcc5040077>.
137. Al-Saqqa, S., & Awajan, A. (2020). The use of Word2vec model in sentiment analysis: A survey. In *Proceedings of the 2019 International Conference on Artificial Intelligence, Robotics and Control (AIRC '19)* (pp. 39–43). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3388218.3388229>.

138. Wolff, C., Verenych, O., & Kevorkova, S. (2020). Digital transformation time: Research results for Ukrainian community. *CEUR Workshop Proceedings*, 2565, 46–57.
139. Voitenko, O., & Timinskyi, O. (2018). Approach to the creation of a comprehensively competent project-oriented organization. In *Proceedings of the 2018 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)* (pp. 173–176). IEEE. <https://doi.org/10.1109/STC-CSIT.2018.8526703>.

ДОДАТКИ

Додаток А. Документи, що підтверджують впровадження результатів дисертації

Archimatika

01054, Київ
вул. Кониського 38
5 поверх

+380 44 228 77 28
info@archimatika.com

Вих. №126 /24
від 19.08.2024 року

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ «АРХІМАТИКА»
Васильєв Д. В.
_____ 2024

Довідка

Видана Концевому Владиславу Вячеславовичу, аспіранту кафедри «Управління проектами» Київського національного університету будівництва і архітектури, в тому що розроблені та запропоновані до впровадження моделі та методи, які знайшли відображення у результатах науково-дослідної роботи, яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії за темою «Комунікації в проектно орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд» були застосовані у роботі ТОВ "АРХІМАТИКА".

Апробація запропонованих моделей комунікацій здійснювалась в робочому середовищі організації при виконанні процесів комунікацій відповідних пілотних проєктів. Впродовж апробації моделей були використані такі наукові результати дослідження:

- моделі комунікацій в проектно орієнтованих організаціях що використовують віртуальні команди;
- моделі і методи управління комунікаціями з використанням віртуальних команд;
- ІТ інструменти взаємодії учасників віртуальних команд, та алгоритми на основі таких інструментів;
- інформаційну технологію аналізу комунікацій за допомогою нейронних мереж.

Аналіз результатів впровадження вищезазначених моделей, методів та інформаційної технології дозволяє обґрунтовано зробити висновок про те, що впродовж виконання пілотних проєктів організації підвищились якість комунікацій, ефективність роботи віртуальних команд; знизилась плинність кадрів; співробітники продемонстрували більшу задоволеність роботою і відданість організації; підвищилась готовність до організаційних змін.

З повагою,
Директор ТОВ «АРХІМАТИКА»

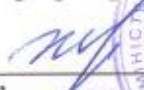


Васильєв Д. В.

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з навчально-методичної роботи
Київського національного університету
будівництва і архітектури

д.е.н., професор


“10” лютого 2025 р. Андрій ШЧУКОВ



АКТ

впровадження результатів наукової роботи

«Комунікації в проектно орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд» (автор – Концевий Владислав Вячеславович),
що висувається на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 122 «Комп’ютерні науки»

В науково-дослідній та навчально-методичній роботі кафедри управління проектами Київського національного університету будівництва і архітектури впроваджені результати, які отримав у науковій дисертаційній роботі Концевий Владислав Вячеславович.

Наукові результати дослідження були використані при підготовці навчально методичного комплексу та під час освітнього процесу за такими освітніми компонентами:

Розподілені команди в управлінні ІТ проектами, спеціальність 122 «Комп’ютерні науки», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень магістр.

Гнучкі методи та технології управління ІТ проектами, спеціальність 126 «Інформаційні системи та технології», освітня програма «Управління проектами», освітній рівень бакалавр.

Перелік наукових результатів, що були використані:

- класифікація факторів впливу на процеси комунікацій із застосуванням віртуальних команд в проектно – орієнтованих організаціях;

- концептуальна модель управління системою комунікацій віртуальних команд;

- модель оцінки впливу на комунікаційне середовище проекту за вісьмома напрямками (доменами);

- модель FIRO-B для пошуку лідера для організації ефективного комунікаційного процесу, в якій, на відміну від існуючих підходів врахована робота команди у віртуальному середовищі;

- підхід до управління комунікаціями в проектах, в якому, на відміну від існуючих напрацювань, запропоновано модель управління комунікаціями проекту

з використанням віртуальних команд з урахуванням визначених напрямів впливу, які формалізовані за відповідними характеристиками.

Впровадження зазначених результатів дозволило:

– доповнити новими апробованими моделями і методами методологію управління проєктами і програмами в частині тематики управління комунікаціями в проєктах.

– вдосконалити освітній процес.

Голова комісії:

зав. кафедри управління проєктами  Сергій БУШУЄВ

Члени комісії:

<u>професор каф. УП</u>	<u></u>	<u>Веремко О.В.</u>
(посада)	(підпис)	(ПІБ)
<u>доцент каф. УП</u>	<u></u>	<u>Зенчук А.А.</u>
(посада)	(підпис)	(ПІБ)
_____	_____	_____
(посада)	(підпис)	(ПІБ)

“ 07 ” лютого 2025 р.



9 Aiolou & Panagioti Dimidous Katholiki,
3020 Limassol, Cyprus
a.popov@superspace-studio.com

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор ТОВ «СУПЕР СПЕЙС СТУДІО»
 Попов О. В.
2024

Довідка

Видана Концевому Владиславу В'ячеславовичу, аспіранту кафедри «Управління проектами» Київського національного університету будівництва і архітектури, в тому що розроблені та запропоновані до впровадження моделі та методи, які знайшли відображення у результатах науково-дослідної роботи, яка подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії за темою «Комунікації в проектно орієнтованих організаціях з використанням віртуальних команд» були застосовані у роботі ТОВ "СУПЕР СПЕЙС СТУДІО".

Апробація запропонованих моделей комунікацій здійснювалась в робочому середовищі організації при виконанні процесів комунікацій відповідних пілотних проєктів. Впродовж апробації моделей були використані такі наукові результати дослідження:

- моделі комунікацій в проектно орієнтованих організаціях що використовують віртуальні команди;
- моделі і методи управління комунікаціями з використанням віртуальних команд;
- ІТ інструменти взаємодії учасників віртуальних команд, та алгоритми на основі таких інструментів;
- інформаційну технологію аналізу комунікацій за допомогою нейронних мереж.

Аналіз результатів впровадження вищезазначених моделей, методів та інформаційної технології дозволяє обґрунтовано зробити висновок про те, що впродовж виконання пілотних проєктів організації підвищились якість комунікацій, ефективність роботи віртуальних команд; знизилась плинність кадрів; співробітники продемонстрували більшу задоволеність роботою і відданість організації; підвищилась готовність до організаційних змін.

Директор

ТОВ «СУПЕР СПЕЙС СТУДІО»



Олександр Попов

Додаток Б. Список публікацій здобувача

Наукові праці, в яких опубліковані основні наукові результати

– **статті у наукових фахових виданнях України, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:**

1. Kontsevyi, V. (2024). Assessment of the impact of a disruptor on the communication environment. *Transfer of Innovative Technologies*, 7(1), 69–76. <https://doi.org/10.32347/tit.2024.71.03.09>. <http://tit.knuba.edu.ua/article/view/319815/310385> *Фахове видання категорії Б.*

2. Концевий, В. (2024). Підвищення компетентності проєктно-орієнтованих ІТ-організацій на основі використання віртуальних команд. *Управління розвитком складних систем*, (58), 33–41. <https://doi.org/10.32347/2412-9933.2024.58.33-41>. <http://mdcs.knuba.edu.ua/article/view/309382/300913> *Фахове видання категорії Б.*

3. Концевий В.В., Козлов Д.Є. (2025). Пошук лідера віртуальної команди в проєктно-орієнтованій організації з використанням моделі FIRO-B. *Зв'язок*, №2 (174), 114-121. DOI: 10.31673/2412-9070.2025.029618. <https://con.dut.edu.ua/index.php/communication/article/view/2863/2758> *Фахове видання категорії Б.*

Особистий внесок автора: запропоновано комплексний підхід до автоматизації процесу ідентифікації лідера (керівника) віртуальної групи в рамках проєктно-орієнтованої організації за допомогою моделі FIRO-B за допомогою Power Automate та Microsoft Forms в екосистемі Microsoft 365.

– **наукові праці, проіндексовані у базі даних Scopus:**

4. V. Kontsevyi and O. Voitenko, “Communications disruptor in project-oriented organisations,” 2023 IEEE 18th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2023, pp. 1-4, doi: 10.1109/CSIT61576.2023.10324097. <https://ieeexplore.ieee.org/document/10324097> *Scopus.*

Особистий внесок автора: визначено термін «дисраптор», що характеризує особу, яка спричиняє негативний вплив на визначені напрями в системі комунікацій.

5. Bushuyev S., Sukach S., Kontsevyi V., Piliuhina K., Achkasov I., Murovanskiy G. Inspirational project governance into the holacracy environment (2023) CEUR Workshop Proceedings, 3453, pp. 47 – 58, <https://ceur-ws.org/Vol-3453/paper5.pdf>. Scopus.

Особистий внесок автора: показано що принцип холакратії дозволяє покращити систему управління, змінити способи комунікації, що впливає позитивно на технологічну зрілість організації. Досліджено переваги які надаються під час роботи з віртуальними командами при використанні даного принципу.

6. V. Kontsevyi, "Implementation of a Formalized Neural Network Model for Communication Analysis in a Construction Company," 2024 IEEE 19th International Conference on Computer Science and Information Technologies (CSIT), Lviv, Ukraine, 2024, pp. 1-5, <https://doi.org/10.1109/CSIT65290.2024.10982629> <https://ieeexplore.ieee.org/document/10982629>. Scopus.

– **публікації в міжнародних виданнях:**

7. Концевий, В., & Войтенко, О. (2024). Classification of a disruptor areas of influence using neural networks. Modern Engineering and Innovative Technologies, 2(33-02), 112–122. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2024-33-00-045>. <https://www.moderntechno.de/index.php/meit/article/view/meit33-00-045/7790>.

Особистий внесок автора: розроблена нейронна мережа для класифікації доменів системи комунікації.

– **наукові праці, які засвідчують апробацію результатів дисертації**

8. Концевий В.В., Войтенко О.С., Застосування нейронних мереж в управлінні портфелями проектів. XV міжнародна науково-практична конференція "РМ Kiev '18". Тема: «Управління проектами в умовах переходу до поведінкової економіки»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв, - Київ: КНУБА, 2018, С.111-113.

Особистий внесок здобувача: визначення ролі та місця щодо застосування засобів штучного інтелекту в галузі управління проєктами, зокрема при вирішенні задач портфельного управління.

9. Концевий В. В. Обмін знаннями та комунікації в командах ІТ проєктів / В. В. Концевий, О. С. Войтенко // Управління проєктами у розвитку суспільства: XVIII Міжнародна конференція. Тема: «Управління проєктами в умовах пандемії COVID-19»: тези доповідей, Київ, 15 травня 2021 р. / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт., Укр. асоціація упр. проєктами, Академія упр. проєктами ; відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ : КНУБА, 2021. – С. 184 - 189.

Особистий внесок автора: визначені сприятливі умови до комунікацій, а в подальшому і до обміну знаннями, що сприяє розвитку організації.

10. Концевий В.В., Нейронні мережі для розпізнавання емоцій для покращення систем комунікацій /В.В. Концевий// Управління проєктами у розвитку суспільства. Тема: «Управління проєктами післявоєнної розбудови України»: тези доповідей / відп. за вип. С.Д.Бушуєв. – Київ: КНУБА, 2024. – С. 137-141.

Особистий внесок здобувача: проведений аналіз моделей штучного інтелекту, розглянуте застосування засобів штучного інтелекту в системах комунікацій.

11. Концевий В.В, Прийняття рішень в комунікаціях за допомогою використання нейронних мереж. Проблеми, пріоритети та перспективи розвитку науки, освіти і суспільства в ХХІ столітті: збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції (Полтава, 15 червня 2024 р.). Полтава: ЦФЕНД, 2024. 75 с. 32-36 с.

Додаток В. Лістинг мережі DisFind

```

import numpy as np
import tensorflow as tf
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Embedding, LSTM, Dense, Dropout
from tensorflow.keras.preprocessing.text import Tokenizer
from tensorflow.keras.preprocessing.sequence import pad_sequences
import pandas as pd

# Define categories
categories = ['Nt', 'TB', 'RC', 'N', 'M', 'II', 'LC', 'DC', 'TD']
num_categories = len(categories)

# Parameters
max_words = 10000 # Maximum number of words in the tokenizer
max_sequence_length = 100 # Maximum length of input sequences
embedding_dim = 100

# Load datasets
train_data = pd.read_csv("/input/DisFinding-dataset/training.csv") # Importing the
train dataset
validation_data = pd.read_csv("/input/DisFinding-dataset/validation.csv") #
Importing the validation dataset

# Extract texts and labels
train_texts = train_data['text'].tolist()
train_labels = train_data['domain'].tolist()

validation_texts = validation_data['text'].tolist()
validation_labels = validation_data['domain'].tolist()

# Preprocessing
# Tokenizing the text data
tokenizer = Tokenizer(num_words=max_words, oov_token="<OOV>")
tokenizer.fit_on_texts(train_texts)
word_index = tokenizer.word_index

train_sequences = tokenizer.texts_to_sequences(train_texts)
test_sequences = tokenizer.texts_to_sequences(test_texts)
validation_sequences = tokenizer.texts_to_sequences(validation_texts)

train_padded = pad_sequences(train_sequences, maxlen=max_sequence_length)
test_padded = pad_sequences(test_sequences, maxlen=max_sequence_length)
validation_padded = pad_sequences(validation_sequences, maxlen=max_sequence_length)

# Convert labels to one-hot encoding
train_labels_one_hot = tf.keras.utils.to_categorical(train_labels, num_categories)
test_labels_one_hot = tf.keras.utils.to_categorical(test_labels, num_categories)
validation_labels_one_hot = tf.keras.utils.to_categorical(validation_labels,
num_categories)

```

```

# Define the model
model = Sequential([
    Embedding(max_words, embedding_dim, input_length=max_sequence_length),
    Conv1D(128, 5, activation='relu'),          # Згортка з фільтрами ширини 5
    GlobalMaxPooling1D(),                      # Вибір найважливіших ознак
    Dropout(0.5),
    Dense(64, activation='relu'),
    Dropout(0.5),
    Dense(num_categories, activation='softmax')
])

# Compile the model
model.compile(
    optimizer='adam',
    loss='categorical_crossentropy',
    metrics=['accuracy']
)

# Train the model (replace epochs and batch_size with suitable values)
history = model.fit(
    train_padded, train_labels_one_hot,
    validation_data=(validation_padded, validation_labels_one_hot),
    epochs=5, # Change this to a higher value for better results
    batch_size=32 # Adjust based on dataset size
)

# Evaluate the model on test data
test_loss, test_accuracy = model.evaluate(test_padded, test_labels_one_hot)
print(f"Test Accuracy: {test_accuracy:.2f}")

# Save the tokenizer and model for further processing
import pickle

with open('tokenizer.pkl', 'wb') as f:
    pickle.dump(tokenizer, f)

model.save('text_categorization_model.h5')

# Function to process new text data
def process_and_categorize(texts):
    sequences = tokenizer.texts_to_sequences(texts)
    padded = pad_sequences(sequences, maxlen=max_sequence_length)
    predictions = model.predict(padded)
    predicted_categories = [categories[np.argmax(pred)] for pred in predictions]
    return predicted_categories

output_categories = process_and_categorize(new_texts)

# Exporting processed data
output_data = pd.DataFrame({
    'text': new_texts,

```

```
        'predicted_category': output_categories
    })
output_data.to_csv('categorized_texts.csv', index=False)

print("Processed texts and exported categorized data.")
```

Додаток Г. Скрипт агрегації категорійних передбачень у CSV формат

```
import pandas as pd
from collections import Counter

# Define the categories to track
categories = ['Nt', 'TB', 'RC', 'N', 'M', 'II', 'LC', 'DC', 'TD']

# Open the CSV file
input_file = "categorized_texts.csv" # Replace with your CSV file name

data = pd.read_csv(input_file)

# Ensure required columns exist
if 'text' not in data.columns or 'predicted_category' not in data.columns:
    raise ValueError("The input CSV must contain 'text' and 'predicted_category' columns.")

# Count occurrences of each category in the predicted_category column
category_counts = Counter(data['predicted_category'])

output_dict = {category: category_counts.get(category, 0) for category in categories
if category != 'Nt'}

# Convert to DataFrame
output_df = pd.DataFrame([output_dict]) # One row with counts as columns

# Save to CSV
output_df.to_csv("category_counts.csv", index=False)
print("Результати збережено у category_counts.csv")
```

Додаток Д. Лістинг мережі DisRat

```

import numpy as np
from tensorflow.keras.models import Sequential
from tensorflow.keras.layers import Dense
from tensorflow.keras.optimizers import Adam
from tensorflow.keras.callbacks import TensorBoard
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.preprocessing import MinMaxScaler
import datetime

# Clear any logs from previous runs

# Sample data
data = pd.read_csv('data.csv') # заміни на шлях до свого файлу
# Перетворення в масив NumPy
data = data.values
# Split data into input (X) and output (y)
X = data[:, :8] # First 8 columns - input values
y = data[:, 8:] # Last 8 columns - ratings

# Normalize the input data
scaler = MinMaxScaler()
X_scaled = scaler.fit_transform(X)

# Split data into training and test sets
X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X_scaled, y, test_size=0.2,
random_state=42)

# Define the neural network model
model = Sequential()
model.add(Dense(16, input_dim=8, activation='relu')) # Input layer and first hidden
layer
model.add(Dense(8, activation='relu')) # Second hidden layer
model.add(Dense(8, activation='linear')) # Output layer

# Compile the model
model.compile(optimizer=Adam(learning_rate=0.001), loss='mse', metrics=['mae'])

# Create a TensorBoard callback
log_dir = "logs/fit/" + datetime.datetime.now().strftime("%Y%m%d-%H%M%S")
tensorboard_callback = TensorBoard(log_dir=log_dir, histogram_freq=1)

# Train the model
history = model.fit(X_train, y_train, epochs=100, batch_size=4, validation_split=0.2,
verbose=1, callbacks=[tensorboard_callback])

# Evaluate the model
test_loss, test_mae = model.evaluate(X_test, y_test, verbose=1)
print(f'Test MAE: {test_mae:.4f}')

# Predicting using the model

```

```

new_data = np.array([[223, 400, 150, 180, 120, 300, 250, 90]])
new_data_scaled = scaler.transform(new_data)
predictions = model.predict(new_data_scaled)

print("Predicted ratings for new input data:")
for i, prediction in enumerate(predictions[0]):
    print(f"Input {i+1}: {new_data[0][i]}, Rating: {prediction:.2f}")

# Optional: Plot the training and validation loss over epochs
import matplotlib.pyplot as plt

plt.plot(history.history['loss'], label='Training Loss')
plt.plot(history.history['val_loss'], label='Validation Loss')
plt.xlabel('Epoch')
plt.ylabel('Loss')
plt.legend()
plt.show()

```

Додаток Е. Скрипт обчислення кумулятивного поточного впливу руйнівника

```

import numpy as np
import pandas as pd

# Список назв сфер впливу
disruptor_labels = [
    "Technological Barriers",
    "Resistance to Change",
    "Negative",
    "Micromanagement",
    "Incorrect Information",
    "Lack of Cooperation",
    "Dominating in Conversations",
    "Time Disruption"
]

# Дані по кожному члену команди
team_data = [
    {"name": "Member 1", "L": 0.32, "D": [2, 1, 5, 1, 1, 4, 1, 2]},
    {"name": "Member 2", "L": 0.91, "D": [1, 2, 6, 5, 5, 1, 1, 3]},
    {"name": "Member 3", "L": 0.43, "D": [3, 1, 2, 4, 1, 4, 2, 1]},
]

# Функція обчислення PI_j
def compute_PI_j(L, D_values):
    return (1 - L) * sum(D_values)

# Функція обчислення WD
def compute_WD(D_values):

```

```

return sum([10 - d for d in D_values])

# Розрахунок показників
results = []
for member in team_data:
    L = member["L"]
    D = member["D"]
    PI_j = compute_PI_j(L, D)
    WD = compute_WD(D)
    I_j = (PI_j * 100) / WD if WD != 0 else 0 # захист від ділення на 0
    results.append({
        "Name": member["name"],
        "Leadership (L)": L,
        "ΣD": sum(D),
        "PI_j": round(PI_j, 3),
        "WD": WD,
        "I_j (%)": round(I_j, 2)
    })

# Вивід результату
df = pd.DataFrame(results)
print(df)

```

Додаток Є. Скрипт запису текстових даних

```

function saveChatAndEmailToTextFile() {
    var fileContent = "=== Gmail Messages ===\n\n";

    // Отримуємо останні 5000 листів із Gmail
    var label = GmailApp.getUserLabelByName("pilot_project");
    var threads = label.getThreads(0, 500);

    threads.forEach(thread => {
        var messages = thread.getMessages();
        messages.forEach(message => {
            fileContent += "From: " + message.getFrom() + "\n";
            fileContent += "Date: " + message.getDate() + "\n";
            fileContent += "Subject: " + message.getSubject() + "\n";
            fileContent += "Message: " + message.getBody() + "\n\n";
        });
    });

    fileContent += "\n=== Google Chat Messages ===\n\n";

    // Отримуємо останні 500 повідомлень із Google Chat
    var chatMessages = getGoogleChatMessages(); // Викликає функцію для
    отримання чату

    chatMessages.forEach(msg => {
        fileContent += "User: " + msg.sender.displayName + "\n";
        fileContent += "Date: " + new Date(msg.createTime).toLocaleString() + "\n";
    });
}

```

```

    fileContent += "Message: " + msg.text + "\n\n";

});

// Створюємо або оновлюємо файл у Google Drive
var file = DriveApp.createFile("CommunicationLogs.txt", fileContent,
MimeType.PLAIN_TEXT);
Logger.log("Файл створено: " + file.getUrl());
}

// Функція отримання повідомлень з Google Chat (потрібен доступ до API)
function getGoogleChatMessages() {
    var token = ScriptApp.getOAuthToken(); // Отримуємо токен для авторизації
    var spaceId = "YOUR_SPACE_ID"; // ID Google Chat чату

    var url = "https://chat.googleapis.com/v1/spaces/" + spaceId + "/messages";

    var options = {
        method: "get",
        headers: {
            Authorization: "Bearer " + token
        },
        muteHttpExceptions: true
    };

    var response = UrlFetchApp.fetch(url, options);
    var json = JSON.parse(response.getContentText());
    return json.messages || [];
}

```