

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 практичність та прийнятність 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, проектно-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