

УДК 004.8

DOI [https://doi.org/10.15589/znp2023.2-3\(491-492\).15](https://doi.org/10.15589/znp2023.2-3(491-492).15)

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TELECOMMUNICATIONS

ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

Iryna M. Khudiakova
irinakhud@gmail.com
ORCID: 0000-0002-2677-7841

І. М. Худякова,
канд. пед. наук, доцент

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv
Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, м. Миколаїв

Abstract. This article explores the potential of using artificial intelligence (AI) in the telecommunications industry. It reviews various aspects where AI can find applications, such as automating network management, analyzing large volumes of data, improving customer service and predicting traffic.

The article examines the benefits of using AI in telecommunications, including increasing the efficiency and productivity of operations, reducing costs, and improving customer satisfaction. It also emphasizes the possibilities of predicting network loads with the help of AI, which helps to improve the quality of service and ensure the security of the network. It also highlights the need to train specialists in understanding the principles of AI and the skills to work with them.

Key reasons have been identified that emphasize the need to train specialists to work with AI. First of all, AI can affect various aspects of the telecommunications sector, such as network management, monitoring, traffic forecasting, decision support and improved customer service. Specialists familiar with the principles of AI are able to effectively implement and use this technology to optimize the work of telecommunications companies.

Considered important skills that specialists should have for successful use of AI. This includes an understanding of machine learning algorithms, data analysis skills, the ability to work with large amounts of information, and the ability to carry out strategic planning. In addition, professionals must have adequate knowledge of telecommunication systems and protocols to successfully integrate AI with existing infrastructures.

The conclusion of the article states that the use of AI in telecommunications opens up new opportunities to optimize and improve various aspects of the industry. She urges telecommunications companies to actively explore and implement artificial intelligence in order to achieve competitive advantage and provide quality service to their customers.

The necessity of training specialists in the use of AI in telecommunications is emphasized. Understanding the principles of AI and having the right skills in this area will allow professionals to implement and use artificial intelligence to improve the efficiency of the telecommunications sector and provide quality services to customers. The growing role of AI in modern telecommunications creates a need for qualified professionals who can effectively use this technology

Key words: Artificial intelligence (AI); telecommunications; IT infrastructure; analysis of big data; syllabus.

Анотація. Стаття досліджує потенціал використання штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаційній галузі. Вона оглядає різні аспекти, де ШІ може знайти застосування, такі як автоматизація мережевого управління, аналіз великих обсягів даних, покращення обслуговування клієнтів та прогнозування трафіку.

Стаття розглядає переваги використання ШІ в телекомунікаціях, зокрема збільшення ефективності та продуктивності операцій, зниження витрат та підвищення задоволеності клієнтів. Вона також наголошує на можливостях прогнозування мережевих навантажень за допомогою ШІ, що сприяє покращенню якості обслуговування та забезпеченню безпеки мережі.

Вона також висвітлює необхідність підготовки фахівців з розуміння принципів ШІ та навичок роботи з ними. Визначені ключові причини, що підкреслюють необхідність підготовки фахівців для роботи з ШІ. Перш за все, ШІ може вплинути на різні аспекти телекомунікаційного сектора, такі як мережеве управління, моніторинг, прогнозування трафіку, підтримка прийняття рішень та вдосконалення обслуговування клієнтів. Фахівці, знайомі з принципами ШІ, здатні ефективно впроваджувати та використовувати цю технологію для оптимізації роботи телекомунікаційних компаній.

Розглянуті важливі навички, які мають бути в наявності у фахівців для успішного використання ШІ. Це включає розуміння алгоритмів машинного навчання, навички аналізу даних, здатність до роботи з великими обсягами інформації та вміння здійснювати стратегічне планування. Крім того, фахівці повинні мати відповідні зна-

ння з телекомунікаційних систем та протоколів, щоб успішно інтегрувати ШІ з існуючими інфраструктурами. Висновок статті стверджує, що використання ШІ в телекомунікаціях відкриває нові можливості для оптимізації та покращення різних аспектів галузі. Вона закликає телекомунікаційні компанії активно досліджувати та впроваджувати штучний інтелект з метою досягнення конкурентної переваги та забезпечення якісного обслуговування своїм клієнтам.

Підкреслена необхідність підготовки фахівців з використання ШІ в телекомунікаціях. Розуміння принципів ШІ та належні навички у цій області дозволять фахівцям впроваджувати та використовувати штучний інтелект для покращення ефективності телекомунікаційного сектора та надання якісних послуг клієнтам. Зростаюча роль ШІ у сучасних телекомунікаціях створює потребу в кваліфікованих професіоналах, здатних ефективно використовувати цю технологію

Ключові слова: штучний інтелект(ШІ); телекомунікації; IT-інфраструктура; аналіз великих обсягів даних; силабус.

Телекомунікаційна індустрія постійно зростає та розвивається, а штучний інтелект відіграє все більш важливу роль у покращенні функціональності та ефективності цієї галузі. Завдяки постійному прогресу в глибинному навчанні, машинному навчанні та обробці природної мови, штучний інтелект надає нові можливості для телекомунікаційних компаній. «Оцінка проєктів, згідно з якими обсяг світового ринку IT в телекомунікаціях досягне 14,99 млрд доларів до 2027 року порівняно з 11,89 млрд доларів у 2020 році за середньорічного темпу зростання 42,6% протягом 2021–2027 років» [1].

«Оскільки технології продовжують розвиватися з появою штучного інтелекту (ШІ), майбутнє телекомунікаційної галузі швидко змінюється. Очікується, що штучний інтелект зробить революцію в телекомунікаційному секторі та започаткує нову еру зв'язку та спілкування» [2].

Завдання ВНЗ, які здійснюють підготовку фахівців для телекомунікаційної галузі надати можливість майбутнім спеціалістам отримати знання, які допоможуть ефективно працювати в умовах зростання необхідності використовувати технології штучного інтелекту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій дає можливість визначити напрямки застосування ШІ в телекомунікаціях.

Одним із ключових напрямків є автоматизація та оптимізація мереж. Дослідження в цій області фокусуються на використанні алгоритмів машинного навчання для прогнозування навантаження мережі, виявлення аномалій та розподілу ресурсів.

«Зараз складніше, ніж будь-коли, керувати IT-інфраструктурами через появу пристроїв, інформації та користувачів. Підприємствам необхідно знайти спосіб впоратися з цією складністю, тому що в більшості випадків фінанси у сфері IT залишаються на колишньому рівні або скорочуються, і багато хто зараз звертається за допомогою до штучного інтелекту» [3].

Ще одним важливим аспектом є покращення взаємодії з користувачами.

«Бездротовий зв'язок наступного покоління включає різні види проблем. Використання аналітики

великих даних може дозволити мережним операторам розділити ці випадки та надавати найкращі послуги споживачеві. Це неможливо без штучного інтелекту через технологічні досягнення та збільшення мережевого трафіку» [4].

Штучний інтелект може бути використаний для розпізнавання та розуміння мови, а також для розробки персоналізованих систем рекомендацій. Дослідження показують, що штучний інтелект може значно покращити якість обслуговування клієнтів, забезпечивши швидку та ефективну відповідь на їх запити. Наприклад, інтерактивні голосові помічники на основі ШІ можуть надавати інформацію про рахунки, послуги та інші деталі користувачам з максимальною зручністю.

«Штучний інтелект, машинне навчання та аналітика даних може покращити технологію роботи мережевих операторів бездротового зв'язку наступного покоління. Ці технології дозволяють мережевим операторам ефективно контролювати, керувати та покращувати свою продуктивність, щоб підвищити задоволеність споживачів, збільшивши пропускну спроможність мережі без збільшення її вартості» [5].

Є чотири основні блоки, в яких компанії, що працюють у сфері телекомунікацій, використовують штучний інтелект:

1. Понад 60% інвестицій телеком-галузі в ШІ-технології підуть на інструменти для моніторингу мережевої інфраструктури.

Оптимізація мереж за допомогою штучного інтелекту значно облегшує роботу операторам зв'язку. Аналіз даних з використанням ШІ допомагають вносити виправлення для надання послуг зв'язку без зупинок.

Телекомунікаційний бізнес може створювати мережі, що самоорганізуються (self-organizing network, SON). Такі мережі конфігуруються після автоматичної обробки інформації про трафік і часову зону в регіоні та самостійно виправляють помилки у своїй роботі.

Популярним для вирішення таких завдань уже став сервіс ZeroStack's ZBrain Cloud Management, який аналізує обсяг даних, що зберігаються

в приватній хмарі, і використовує цю інформацію для планування ресурсів, оновлень і загального управління мережею. Схожі рішення є в Aria Networks, Sedona Systems' NetFusion. А Nokia взагалі створила власну платформу, щоб прогнозувати збій в системі.

Оптимізація стільникових веж з застосуванням штучного інтелекту для стає зручною. Фахівцям з AI-модулями не потрібно виїжджати на місця для того, щоб упевнитися, що обладнання правильно функціонує.

За допомогою ШІ контроль за непередбаченими ситуаціями, наприклад, пожежами або повеннями, стає простіше. На вишки можливо встановлювати сенсори інтернету речей і аналізувати великі обсязи даних.

2. Предиктивне обслуговування за допомогою штучного інтелекту (ШІ) відіграє важливу роль у різних галузях, включаючи телекомунікації. Ця стратегія обслуговування передбачає виявлення можливих проблем та несправностей в телекомунікаційних системах на основі аналізу великих обсягів даних та використання алгоритмів машинного навчання.

Предиктивний аналіз допомагає моніторити обладнання та запобігати збою у стільниковій мережі. Аналіз даних дозволяє проактивно налагодити все те, що могло б зламатися в стільникових вишках, лініях електропередачі, серверах у центрі обробки даних і навіть роутерах удома в абонентів.

Основні переваги предиктивного обслуговування з використанням ШІ в телекомунікаціях:

- Попередження відмов та зниження відключень: ШІ може аналізувати дані про роботу мережі, виявляти небезпечні тенденції, показники несправності або передвіщати відмови обладнання.

- Оптимізація ресурсів та планування: Предиктивний аналіз даних допомагає операторам телекомунікаційних мереж зрозуміти, які ресурси будуть потрібні в майбутньому. Це дозволяє ефективно планувати розподіл ресурсів, підвищувати їх доступність та використання, а також зменшувати витрати.

- Покращення якості обслуговування: Предиктивний аналіз даних може допомогти операторам телекомунікаційних мереж підвищити якість обслуговування. ШІ може передбачати навантаження на мережу, прогнозувати запити користувачів та підлаштувати ресурси для забезпечення оптимальної продуктивності та задоволення користувачів.

- Економія часу та витрат: Завдяки виявленню проблем заздалегідь, оператори можуть вжити відповідних заходів безпеки або провести технічне обслуговування до того, як проблема стане критичною. Це зменшує вартість витрат на аварійне втручання та дозволяє уникнути втрати доходу внаслідок відключень.

Незважаючи на переваги, є деякі виклики та недоліки використання ШІ в предиктивному обслуговуванні телекомунікаційних систем, такі як потреба

у великій кількості якісних даних, складність реалізації моделей, проблеми з етикою та конфіденційністю даних. Втім, з правильним плануванням, використанням адекватних алгоритмів та уважним підходом до проблем безпеки, предиктивне обслуговування ШІ може стати цінним інструментом для оптимізації телекомунікаційних мереж та поліпшення якості обслуговування.

3. Один із найбільших внесків штучного інтелекту – розмовний ШІ. Це допомагає телекомунікаційним компаніям контролювати масовий трафік підтримки клієнтів, скорочуючи час очікування виклику клієнтів, підтримуючи й усуваючи проблеми, а також допомагаючи у встановленні та налаштуванні інших проєктів. Згідно зі звітами, віртуальні помічники можуть автоматизувати дзвінки настільки ефективно, що до 2022 року телекомунікаційні галузі, за оцінками, скоротили витрати на 8 мільярдів доларів США.

Деякі компанії аналізують записи операторів контакт-центру для коригування автовідповідей, та відстежують поведінку абонентів удома (звісно, з їхнього дозволу) – наприклад, наскільки часто ті вмикають і вимикають модем або роутер – аналіз сигналу Wi-Fi. Багато компаній створили віртуальних помічників і чат-ботів. Vodafone – Tobi, Telefonica – Aura. Чат-боти AT&T, Verizon і CenturyLink допомагають клієнтам вирішити базові проблеми.

4. Телекомунікаційна галузь є розсадником шахрайської діяльності. Незаконний доступ, клонування, крадіжка та фальшиві профілі є одними з найпоширеніших причин шахрайства в телекомунікаціях. Тому компанії почали впроваджувати ШІ-детектори шахрайства, застосунки та методи, що використовують алгоритми машинного навчання для виявлення аномального трафіку та запобігання шахрайським практикам. Ефективність таких додатків ШІ висока; вони забезпечують реагування в режимі реального часу на незаконну діяльність.

За допомогою штучного інтелекту і машинного навчання стає простіше застосовувати алгоритми, які запобігають зловживанням у використанні мережі. Накопичена база поведінки абонентів допоможе «запідозрити» людину, яка задумала або вже робить недобре, і оперативно сповістити про це відповідний відділ.

Телекомунікаційна галузь – перспективне середовище для подальшого розвитку і застосування AI-технологій. На основі штучного інтелекту створюються віртуальні консультанти. Вони можуть самонавчатися і розв'язувати різні питання клієнтів, а також здатні спілкуватися як людина, а не просто видавати заготовлену відповідь. Наприклад, якщо ви вирішите запросити його на побачення, він вам з легкістю відповість. Ці ж технології оптимізують роботу салонів зв'язку.

Технології штучного інтелекту допомагають дізнатися, які послуги потрібні клієнту, прогнозуючи бажання абонента скористатися тим чи іншим сервісом. Наприклад, система бачить, що клієнт часто видаляє файли і додатки, щоб звільнити пам'ять телефону. При цьому абоненти зі схожим профілем успішно користуються хмарним сервісом. Тому, коли людині не вистачає оперативної пам'яті, система пропонує їй встановити застосунок для зберігання даних у хмарі. Такий підхід збільшує ефективність кампаній на 20% порівняно з традиційною рекламою.

AI використовується для створення платформи, яка аналізує смислове зв'язування між словами, фразами, реченнями всього мовленнєвого матеріалу і вибудовує всередині логічні зв'язки. Вона аналізує кожен сценарій попередніх розмов клієнтів, які за підсумками спілкування з менеджером вибрали для себе більш швидкісний і дорогий тариф. На основі цього буде можливо розробити сценарії, коли ШІ під час спілкування з клієнтом вже сам пропонуватиме певні питання і теми для обговорення, які привели б до такого рішення.

Додатки, керовані ШІ, дають змогу компаніям вживати превентивних заходів проти втрат, що насуваються, шляхом аналізу ринкових моделей і тенденцій. Ці інструменти зміцнюють стратегічні цілі та створюють розширений досвід клієнтів. Мережева автоматизація дає змогу аналізувати основні проблеми та забезпечує швидке рішення.

Аналіз настроїв клієнтів має вирішальне значення для обробки інформації. Це допомагає компанії зрозуміти негативний і позитивний вплив послуги або продукту. Оскільки через дигіталізацію на ринку відбулися радикальні зміни, ці інструменти допомагають аналізувати змінену поведінку, вподобання та патерни клієнтів. Ці інструменти збирають інформацію з медіаплатформ і підвищують якість обслуговування клієнтів та продуктивність компанії.

Роботизована автоматизація процесів у телекомунікаціях. Це інструмент автоматизації бізнес-процесів на основі штучного інтелекту. Ця технологія автоматизації допомагає телекомунікаційним компаніям більш ефективно управляти бек-офісною діяльністю і тривалими повторюваними діями, заснованими на правилах. Трудомісткі та трудомісткі операції, як-от управління персоналом, введення даних і виставлення рахунків, обробляються без подальших ускладнень і набагато швидше.

Основні переваги роботизованої автоматизації процесів у телекомунікаціях:

1. Підвищення ефективності.

Роботи можуть виконувати завдання швидше та точніше, ніж люди, що призводить до зниження часу обробки і покращення продуктивності. Вони можуть виконувати монотонні завдання, які забирають багато

часу, включаючи обробку даних, реєстрацію клієнтів, перевірку статусу послуг тощо.

2. Зменшення помилок.

Роботизована автоматизація дозволяє уникнути людських помилок, які можуть виникати при рутинних завданнях. Роботи виконують завдання з високою точністю та не викликають помилок, що забезпечує надійність та якість обслуговування.

3. Зниження витрат.

Впровадження роботів для автоматизації процесів може привести до зменшення витрат на оплату праці та забезпечення ефективного використання ресурсів. Роботи можуть виконувати багато завдань одночасно та працювати без перерв, що знижає витрати на персонал та підвищує ефективність використання обладнання.

4. Покращення задоволення клієнтів.

Швидка та точна обробка клієнтських заявок та запитів завдяки роботам позитивно впливає на задоволення клієнтів. Завдяки автоматизації можна підвищити якість обслуговування, забезпечити оперативну відповідь на запити та знизити час очікування.

ШІ неухильно буде запроваджено у всі сфери життєдіяльності. Тому випускники ВНЗ мають бути готовими працювати в умовах активного застосування цих технологій.

Для успішного використання штучного інтелекту (ШІ) в телекомунікаціях, фахівці повинні мати наступні важливі навички:

1. Розуміння алгоритмів машинного навчання: Фахівці повинні мати глибоке розуміння основних алгоритмів машинного навчання, таких як нейронні мережі, дерева рішень, ансамблі моделей тощо. Це дозволить їм ефективно застосовувати ці алгоритми для обробки телекомунікаційних даних та отримання цінної інформації.

2. Навички аналізу даних: Фахівці повинні вміти ефективно аналізувати великі обсяги даних, які генеруються в телекомунікаційній галузі. Це включає вміння виявляти закономірності, тренди та аномалії в даних, а також розуміння методів очищення та підготовки даних для використання моделями ШІ.

3. Експертиза в телекомунікаційних системах та протоколах: Фахівці повинні мати глибокі знання про телекомунікаційні системи, стандарти та протоколи. Це допоможе їм розуміти особливості даних, що використовуються в телекомунікаціях, і визначати ефективні методи використання ШІ для вирішення специфічних проблем та вдосконалення процесів.

4. Вміння здійснювати стратегічне планування: Фахівці повинні мати здатність доцільно впроваджувати ШІ в телекомунікаційній галузі. Це включає розуміння стратегічних цілей компанії та здатність ідентифікувати області, де ШІ може найбільш ефективно використовуватися. Фахівці повинні бути здатні розробляти плани впровадження ШІ, оцінювати його вплив і керувати проектами.

5. Навички комунікації та співпраці: Фахівці повинні бути здатні ефективно комунікувати свої ідеї та результати своєї роботи, як з колегами в сфері телекомунікацій, так і з некомп'ютерними фахівцями. Це допоможе впроваджувати ШІ в широкому спектрі завдань та забезпечувати спільну роботу між різними відділами та командами.

6. Володіння цими навичками дозволить фахівцям успішно використовувати штучний інтелект для вирішення проблем та впровадження інновацій в телекомунікаційній галузі.

Для підготовки таких фахівців можна розглянути запровадження дисципліни на вибір студентів у наступному розрізі.

Силабус дисципліни «Штучний інтелект для телекомунікацій» може включати наступні теми та підтеми:

1. Вступ до штучного інтелекту (2 години).
 - 1.1. Визначення штучного інтелекту.
 - 1.2. Історія та розвиток штучного інтелекту.
 - 1.3. Основні поняття та техніки штучного інтелекту.
2. Основи телекомунікацій (4 години).
 - 2.1. Основні принципи телекомунікаційних мереж.
 - 2.2. Технології та протоколи в телекомунікаціях.
 - 2.3. Виклики та проблеми в телекомунікаційних мережах.
3. Використання штучного інтелекту в телекомунікаціях (10 годин).
 - 3.1. Оптимізація мереж: розподіл ресурсів, управління трафіком.
 - 3.2. Прогнозування навантаження в телекомунікаційних мережах.
 - 3.3. Аналіз даних та передбачення в телекомунікаціях.
 - 3.4. Автоматизоване управління мережею з використанням штучного інтелекту.
 - 3.5. Покращення клієнтського досвіду в телекомунікаціях з використанням штучного інтелекту.
 - 3.6. Застосування штучного інтелекту в безпеці та виявленні шахрайства в телекомунікаціях.
4. Алгоритми та методи штучного інтелекту в телекомунікаціях (10 годин).
 - 4.1. Машинне навчання та глибоке навчання для аналізу даних в телекомунікаціях.
 - 4.2. Нейронні мережі та їх застосування в телекомунікаціях.

4.3. Кластеризація та класифікація даних в телекомунікаціях.

4.4. Аналіз текстів та обробка природної мови для вдосконалення клієнтського досвіду.

4.5. Рекомендаційні системи для телекомунікаційних послуг.

5. Використання штучного інтелекту для майбутніх тенденцій в телекомунікаціях (4 години).

5.1. Інтернет речей (IoT) та штучний інтелект.

5.2. 5G та штучний інтелект.

5.3. Використання штучного інтелекту для розумних міст та мобільності.

6. Проекти та практичні завдання (10 годин).

6.1. Розробка алгоритмів та моделей штучного інтелекту для конкретних викликів в телекомунікаціях.

6.2. Аналіз та обробка реальних даних в телекомунікаціях.

6.3. Оцінка та порівняння різних підходів штучного інтелекту в телекомунікаціях.

7. Етичні та правові аспекти використання штучного інтелекту в телекомунікаціях (2 години).

7.1. Етичні виклики та відповідальність в застосуванні штучного інтелекту.

7.2. Захист приватності та даних у контексті штучного інтелекту в телекомунікаціях.

7.3. Регулювання та законодавство, що стосується штучного інтелекту в телекомунікаціях.

Це лише загальний огляд того, що може бути включено в силабус дисципліни «Штучний інтелект для телекомунікацій». Залежно від конкретного курсу та навчальної програми, деякі теми можуть бути додані або виключені.

ВИСНОВКИ

Використання штучного інтелекту в телекомунікаціях відкриває нові перспективи для розвитку цієї галузі. Останні дослідження і публікації свідчать про значні покращення в автоматизації мереж, взаємодії з користувачами, безпеці та управлінні мережами. Застосування штучного інтелекту в телекомунікаціях сприяє зростанню ефективності, покращенню якості обслуговування та забезпеченню безпеки в цій важливій галузі.

Необхідність підготовки фахівців з використання ШІ в телекомунікаціях стає все більш актуальною. Розуміння принципів ШІ та належні навички у цій області дозволять фахівцям впроваджувати та використовувати штучний інтелект для покращення ефективності телекомунікаційного сектора та надання якісних послуг клієнтам.

REFERENCES

- [1] Jon Burg. (2023). *AI in Telecommunications in 2023*. TechSee. Retrieved from <https://techsee.me/blog/artificial-intelligence-in-telecommunications-industry>
- [2] Marcin Frąckiewicz. (2023). *Telecommunicatsii v epokhu SHE. [Telecommunications in the era of AI]*. Retrieved from <https://ts2.space/uk/телекомунікації-в-епоху-ші/>
- [3] *AI and ML for Network Automation. TTTG – International..(2022)* Retrieved from <https://www.ttgint.com/ai-and-ml-for-network-automation/>.

- [4] Kibria, M.G., Nguyen, K., Villardi, G.P., Zhao, O., Ishizu, K. and Kojima, F. (2018). *Big data analytics, machine learning, and artificial intelligence in next-generation wireless networks*. IEEE access, 6, pp.32328-32338
- [5] Wafeeq Iqbal, Wei Wang, Ting Zhu.(2021) *Machine Learning and Artificial Intelligence in NextGeneration Wireless Network*. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2202.01690>

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Jon Burg. (2023). *AI in Telecommunications in 2023*. TechSee. Retrieved from <https://techsee.me/blog/artificial-intelligence-in-telecommunications-industry>
- [2] Marcin Frackiewicz. (2023). *Телекомунікації в епоху III*. Retrieved from <https://ts2.space/uk/телекомунікації-в-епоху-ші/>
- [3] *AI and ML for Network Automation. TTG – International.*(2022) Retrieved from <https://www.ttgint.com/ai-and-ml-for-network-automation/>.
- [4] Kibria, M.G., Nguyen, K., Villardi, G.P., Zhao, O., Ishizu, K. and Kojima, F. (2018). *Big data analytics, machine learning, and artificial intelligence in next-generation wireless networks*. IEEE access, 6, pp.32328-32338
- [5] Wafeeq Iqbal, Wei Wang, Ting Zhu.(2021) *Machine Learning and Artificial Intelligence in NextGeneration Wireless Network*. Retrieved from <https://arxiv.org/pdf/2202.01690>

© Худякова І. М.

Дата надходження статті до редакції: 14.06.2023

Дата затвердження статті до друку: 30.06.2023