

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 0.191
ESJI (KZ) = 8.100
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2024 Issue: 10 Volume: 138

Published: 15.10.2024 <http://T-Science.org>

Issue

Article



Denis Tiumentsev

East Siberian State University of Technology and Management
specialist degree

THE ROLE OF AI IN NETWORK INFRASTRUCTURE AUTOMATION

Abstract: The article discusses the role of artificial intelligence (AI) in the automation of network infrastructure. It examines the capabilities of AI to automate processes such as network monitoring, status analysis, failure prediction, and routing optimization. The article analyzes modern technologies, including machine learning (ML), deep learning (DL), and natural language processing (NLP), which enable systems to quickly adapt to real-time changes and minimize human intervention. It is emphasized that the use of AI significantly improves network management efficiency and promotes the development of self-healing networks that can automatically recover from failures. The article also highlights the challenges of AI implementation, including the need for integration with legacy systems and ensuring data security. Successful examples of AI applications in network systems across various companies are reviewed, demonstrating its significant potential to enhance the reliability and resilience of infrastructure.

Key words: artificial intelligence, AI, automation, network infrastructure, machine learning, ML, deep learning, DL, self-healing networks.

Language: Russian

Citation: Tiumentsev, D. (2024). The role of AI in network infrastructure automation. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 10 (138), 157-163.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-10-138-16> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2024.10.138.16>

Scopus ASCC: 1702.

РОЛЬ ПРИМЕНЕНИЯ AI В АВТОМАТИЗАЦИИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Аннотация: В статье рассматривается роль применения искусственного интеллекта (artificial intelligence, AI) в автоматизации сетевой инфраструктуры. Изучаются возможности AI для автоматизации процессов мониторинга, анализа состояния сети, прогнозирования сбоев и оптимизации маршрутизации. Анализируются современные технологии, такие как машинное обучение (machine learning, ML), глубокое обучение (deep learning, DL), обработка естественного языка (natural language processing, NLP), которые позволяют системам быстро адаптироваться к изменениям в реальном времени и минимизировать человеческое вмешательство. Подчеркивается, что применение AI значительно повышает эффективность управления сетями и способствует созданию самоуправляемых сетей, способных автоматически восстанавливаться после сбоев. В статье акцентируется внимание на вызовах внедрения AI, включая необходимость интеграции с устаревшими системами и обеспечение безопасности данных. Рассматриваются примеры успешного использования AI в сетевых системах различных компаний, что демонстрирует его значительный потенциал для повышения надежности и устойчивости инфраструктуры.

Ключевые слова: искусственный интеллект, AI, автоматизация, сетевая инфраструктура, машинное обучение, ML, глубокое обучение, DL, самоуправляемые сети.

Введение

Сетевая инфраструктура – это совокупность всех аппаратных, программных и коммуникационных средств, которые обеспечивают работу компьютерных сетей. Она

включает в себя как физические компоненты (например, кабели, коммутаторы, маршрутизаторы, серверы), так и программные решения (протоколы, сетевые операционные

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.191
ESJI (KZ) = 8.100
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

системы, системы безопасности), необходимые для передачи данных между устройствами.

Автоматизация сетевой инфраструктуры приобретает все большее значение в условиях стремительного роста объема трафика. Традиционные методы управления сетями оказываются недостаточно эффективными для обеспечения высокой надежности, безопасности и оперативного реагирования на изменения. Технологии искусственного интеллекта (artificial intelligence, AI) обеспечивают возможности для автоматизации ключевых процессов в сетевой инфраструктуре: от мониторинга и анализа состояния сети до прогнозирования сбоев и оптимизации маршрутизации. Использование AI позволяет системам адаптироваться к изменяющимся условиям в реальном времени и выполнять сложные задачи, связанные с управлением большими объемами данных и принятием решений на основе их анализа. Это способствует созданию так называемых самоуправляемых сетей, которые могут

автоматически настраиваться и восстанавливаться в случае сбоев, минимизируя человеческое вмешательство.

Целью исследования является анализ возможностей применения AI для автоматизации сетевой инфраструктуры. Изучаются основные преимущества и вызовы, связанные с внедрением AI в управление сетями, а также рассматриваются практики использования этих технологий в компаниях.

Основная часть. Концепции AI

Область компьютерных наук, посвященная созданию систем, способных выполнять задачи, требующие интеллектуальной деятельности человека, такие как обучение, восприятие, принятие решений, называется AI [1]. Основными концепциями, которые лежат в основе AI и его применения в сетевых технологиях, являются машинное обучение, глубокое обучение, обработка естественного языка (рис.1).

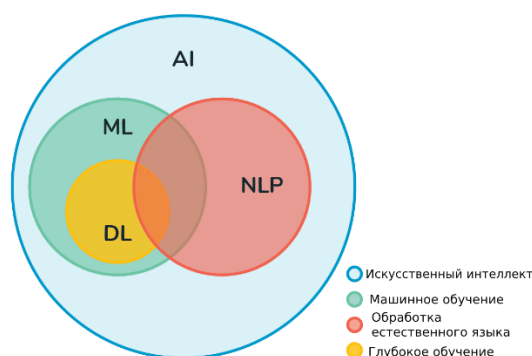


Рисунок 1. Основные концепции AI.

Машинное обучение (Machine Learning, ML) – это один из центральных разделов AI, основная цель которого заключается в разработке

алгоритмов, способных обучаться на данных и делать прогнозы или принимать решения на их основе (рис.2).

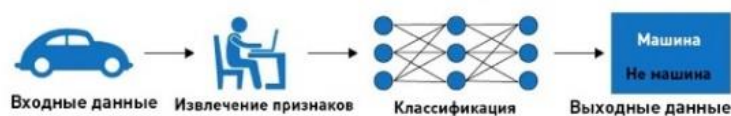


Рисунок 2. Схема ML.

В сетевой инфраструктуре методы AI применяются для анализа больших объемов данных, таких как сетевой трафик, журнал событий и показатели производительности [2]. Эти данные используются для построения моделей, которые могут выявлять закономерности и аномалии, прогнозировать сбои и автоматически оптимизировать распределение ресурсов. ML подразделяется на несколько типов:

- **Обучение с учителем** предполагает обучение модели на размеченных данных, когда системе предоставляются примеры входных

данных и правильные результаты. Применяется для таких задач, как классификация трафика или обнаружение вторжений.

- **Обучение без учителя** используется, когда исходные данные не размечены. Такие модели могут самостоятельно находить скрытые паттерны и закономерности в данных, что особенно полезно для кластеризации сетевых событий и выявления аномалий в поведении системы.

- **Обучение с подкреплением** предполагает обучение модели на основе

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.191
ESJI (KZ) = 8.100
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

взаимодействия с окружающей средой. Эта концепция актуальна для автоматизации задач, где система должна учиться на своем опыте, например, для адаптивного управления пропускной способностью сети.

Подмножеством ML является **глубокое обучение** (Deep Learning, DL), которое базируется на использовании искусственных нейронных

сетей с несколькими уровнями (или слоями) между входом и выходом [3]. Эти многослойные структуры позволяют моделям глубоко анализировать сложные данные и извлекать из них высокоуровневые признаки, что делает DL особенно эффективным для анализа больших объемов данных, таких как сетевой трафик или журналы событий (рис.3).



Рисунок 3. Схема DL.

В сетевой инфраструктуре DL применяется для задач, связанных с анализом изображений, видеопотоков или аудиоданных, полученных в процессе мониторинга, а также для прогнозирования сбоев в сложных топологиях. Например, алгоритмы DL могут эффективно анализировать лог-файлы и выявлять аномалии,

указывающие на возможные неисправности, значительно снижая время реакции на инциденты.

Обработка естественного языка (Natural Language Processing, NLP) – это область AI, которая занимается взаимодействием между компьютерами и людьми с использованием естественного языка (рис.4).



Рисунок 4. Схема NLP.

Технологии NLP используются для обработки журналов событий и технической документации, анализа текстовой информации и автоматической классификации инцидентов [4]. Такие инструменты могут самостоятельно интерпретировать сообщения об ошибках и предлагать решения на основе анализа текстовых данных. Кроме того, NLP позволяет реализовать интеллектуальные системы поддержки, которые помогают операторам сети в принятии решений.

Одним из основополагающих методов реализации AI являются **нейронные сети**. Они состоят из множества связанных между собой искусственных нейронов, которые работают совместно для решения сложных задач. Каждый нейрон в сети принимает входные данные, обрабатывает их и передает результаты другим нейронам (рис.5).

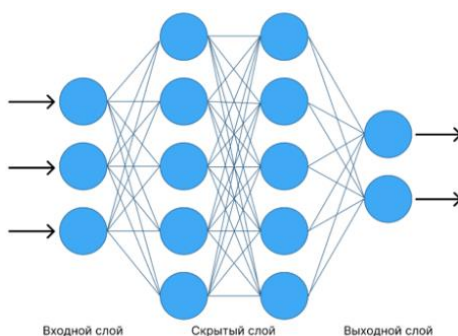


Рисунок 5. Схема работы нейросети.

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.191
ESJI (KZ) = 8.100
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

В контексте сетевой инфраструктуры нейронные сети активно применяются для прогнозирования сбоев, выявления аномалий в трафике и оптимизации маршрутизации. Например, в виртуализированных сетях нейронные сети используются для автоматического перераспределения ресурсов на основе анализа текущего состояния сети и предсказания будущих нагрузок [5].

Основные концепции AI играют важную роль в автоматизации сетевой инфраструктуры. Эти технологии не только повышают эффективность управления сетями, но и открывают возможности для создания самонастраивающихся и самовосстанавливающихся систем, способных адаптироваться к быстро меняющимся условиям.

Применение AI в различных аспектах сетевой автоматизации

Внедрение AI в управление сетевой инфраструктурой кардинально изменяет подходы к автоматизации процессов. Традиционные методы управления сетями, основанные на фиксированных правилах и ручном вмешательстве, уже не могут обеспечивать необходимую гибкость, производительность и устойчивость к постоянно растущим нагрузкам и угрозам [6]. AI предлагает решения, которые способны не только улучшить мониторинг и управление сетями, но и обеспечить предсказательную аналитику, адаптивную оптимизацию и автоматическое исправление ошибок (таблица 1).

Таблица 1. Применение AI в различных аспектах сетевой автоматизации [7, 8].

Аспект применения	Описание и задачи	Методы и технологии AI	Результаты и преимущества
Мониторинг и анализ сети	Контроль состояния сети в реальном времени.	ML, DL, обработка больших данных.	Уменьшение времени простоя.
Прогнозирование сбоев	Выявление отказов оборудования и систем до их наступления.	Предсказательная аналитика, обучение с подкреплением.	Предварительная диагностика, предотвращение сбоев.
Управление трафиком	Оптимизация маршрутизации и распределения сетевого трафика.	Интеллектуальные алгоритмы маршрутизации, анализ потоков данных.	Повышение эффективности использования ресурсов, снижение задержек и потерь.
Диагностика и устранение неполадок	Автоматическая диагностика сбоев и восстановление работы сети.	Нейронные сети, обработка данных, интеллектуальные системы принятия решений.	Быстрое устранение неисправностей, автоматическое восстановление функциональности.
Кибербезопасность	Обнаружение угроз и атак, защита от вредоносных действий.	Алгоритмы обнаружения аномалий, DL для анализа рисков.	Повышение уровня безопасности, быстрое выявление и устранение угроз.
Виртуализация сетевых функций	Автоматизация управления виртуальными сетевыми функциями.	Модели обучения с учителем, системы управления ресурсами.	Гибкость сети, адаптация к изменению нагрузки, автоматическое выделение ресурсов.
Оптимизация пропускной способности	Адаптивное управление пропускной способностью сети.	Прогнозирование нагрузки, алгоритмы распределения ресурсов.	Снижение перегрузок, улучшение качества обслуживания пользователей.

Применение AI в автоматизации сетевой инфраструктуры демонстрирует значительный прогресс в управлении сложными и динамичными средами. AI не только повышает эффективность обработки сетевых данных, но и позволяет внедрять решения, которые адаптируются к изменениям в реальном времени. Одним из главных преимуществ использования AI является его способность предсказывать потенциальные сбои и аномалии, тем самым снижая вероятность критических отказов и повышая общую надежность системы [9]. Кроме того, AI облегчает интеграцию сетевых технологий с другими

инструментами, что способствует созданию более гибкой и масштабируемой архитектуры.

Примеры практического внедрения AI для автоматизации сетевых архитектур

Многие компании применяют технологии AI для автоматизации и оптимизации сетевых систем, что значительно повышает эффективность управления инфраструктурой. Одним из примеров является корпорация Google (США). Система на основе ML обрабатывает огромные объемы данных и позволяет оптимизировать маршрутизацию трафика, а также прогнозировать и предотвращать потенциальные сбои. По

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.191
ESJ (KZ) = 8.100
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

оценкам компании, ежегодный прирост производительности вследствие использования AI составляет 30-40%. Прогнозируется, что к 2025 году процесс принятия решений по сетевой инфраструктуре полностью будет основан на AI. Это станет возможным благодаря использованию таких технологий, как Infrastructure Processing Unit (IPU) и TPU v4, которые повышают производительность рабочей нагрузки на 80%, одновременно снижая затраты на 50% [10].

Другим примером внедрения AI для автоматизации сетевых архитектур является американская корпорация по производству сетевого оборудования для различных телекоммуникационных предприятий Cisco, которая разработала платформу Cisco AI Network Analytics [11]. Эта система предназначена для автоматизации сетевого управления с использованием AI и ML (рис.6).

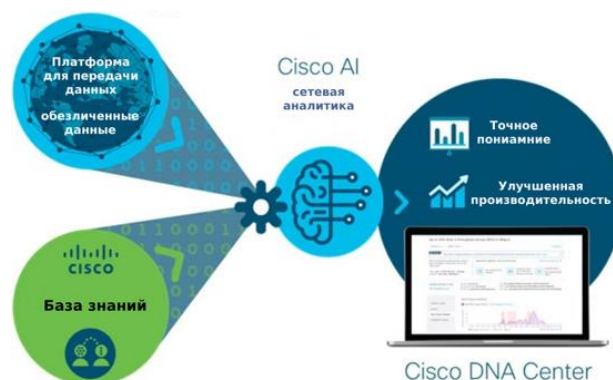


Рисунок 6. Сетевая аналитика Cisco.

Платформа использует данные, собираемые в режиме реального времени, для анализа состояния сети, обнаружения аномалий и автоматической оптимизации ее работы. Cisco также интегрирует технологии AI в систему безопасности своих сетей, что позволяет обнаруживать угрозы и аномалии на основе анализа поведения устройств и пользователей.

Компания AT&T, один из крупнейших телекоммуникационных операторов в США, активно развивает технологии программно-определяемых сетей с использованием AI. Программно-определяемые сети представляют собой гибкий подход к управлению, где программные алгоритмы управляют маршрутизацией и распределением ресурсов, что особенно важно при увеличении объема трафика [12]. В рамках проекта Domain 2.0, AT&T внедряет AI для автоматизации этих процессов. Системы AI помогают в реальном времени анализировать трафик, предотвращать сбои и автоматически корректировать параметры работы, обеспечивая надежность и безопасность. AI снижает нагрузку на операторов и оптимизирует распределение сетевых ресурсов. Применение AI позволило AT&T значительно сократить время реакции на инциденты, повысить общую надежность сети и улучшить качество обслуживания клиентов.

Российские компании также активно развивают решения на основе AI. Ростелеком,

один из крупнейших провайдеров телекоммуникационных услуг в России, применяет AI для автоматизации мониторинга и управления своими сетями. Система использует алгоритмы ML для анализа трафика и прогнозирования сбоев, что позволяет значительно снизить время реакции на инциденты [13]. По прогнозам, к 2029 году Ростелеком внедрит свою мобильную операционную систему «Аврора», направленную на бизнес-сектор. Предполагается, что это обеспечит автоматизацию процессов управления, оптимизацию обработки данных и улучшение пользовательского опыта в разных сферах, например, позволит автоматизировать первичную диагностику на железнодорожных путях.

Вызовы и ограничения при внедрении AI

Несмотря на очевидные преимущества, связанные с внедрением AI в автоматизацию сетевой инфраструктуры, этот процесс сопровождается сложностями, которые могут значительно замедлить его реализацию. Они касаются не только технологических аспектов, но и организационных, экономических и социальных факторов. Интеграция AI требует не только высоких вычислительных мощностей, но и кардинального пересмотра существующих архитектур и процессов управления сетью (таблица 2).

Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 0.191	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.100	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Таблица 2. Вызовы и ограничения при внедрении AI в сетевые системы [14, 15].

Категория	Вызовы и ограничения	Возможные решения
Технологические вызовы	Необходимость обработки больших объемов данных в реальном времени; интеграция AI с устаревшими системами.	Внедрение облачных технологий и распределенных вычислений для повышения масштабируемости и гибкости.
Кибербезопасность	Уязвимость AI-систем перед кибератаками, возможные ошибки в алгоритмах AI, приводящие к сбоям безопасности.	Использование AI для мониторинга безопасности и автоматического обнаружения угроз. Регулярные обновления системы.
Конфиденциальность данных	Использование личных данных для обучения AI. Риски утечек данных во время обработки и хранения.	Применение технологий анонимизации данных и шифрования. Разработка политики управления данными.
Организационные вызовы	Обучение и адаптация персонала. Изменение операционных процессов и инфраструктуры.	Проведение регулярных обучающих программ, переход на гибкие операционные модели с постепенной интеграцией AI.
Этические и социальные аспекты	Возможные социальные последствия автоматизации (сокращение рабочих мест), прозрачность и объяснимость решений AI.	Разработка систем «объяснимого AI» для повышения прозрачности решений. Программы переподготовки кадров.
Экономические вызовы	Высокие начальные инвестиции для внедрения AI. Оценка рентабельности и эффективности долгосрочных вложений.	Проведение предварительных тестирований и пилотных проектов. Оценка ROI на ранних стадиях внедрения AI.

Внедрение AI в сетевые инфраструктуры связано с множеством вызовов, которые требуют продуманного подхода к их решению. Технологические барьеры могут быть преодолены с помощью современных облачных технологий, распределенных вычислений и улучшенных алгоритмов обработки данных. Вопросы кибербезопасности и конфиденциальности требуют внедрения многоуровневой защиты, регулярных обновлений систем и использования AI для мониторинга угроз.

Организационные проблемы можно решать путем обучения персонала и постепенной адаптации операционных процессов, что позволит избежать потерь в производительности. Этические и социальные аспекты требуют создания прозрачных систем принятия решений и программ по переподготовке сотрудников, что поможет смягчить социальные последствия автоматизации.

Экономические вызовы могут быть смягчены через проведение пилотных проектов и тщательную оценку окупаемости на ранних этапах внедрения. В целом, при правильной стратегии и интеграции технологий AI можно преодолеть большинство ограничений и получить

значительные выгоды от автоматизации сетевых систем.

Выводы

Применение AI в автоматизации сетевой инфраструктуры позволяет существенно повысить эффективность управления сложными сетями и минимизировать человеческое вмешательство. AI способен выполнять такие задачи, как мониторинг сетевых параметров, обнаружение сбоев и их автоматическое устранение, а также оптимизация маршрутизации и распределения ресурсов в реальном времени. Технологии ML и DL обеспечивают анализ больших объемов данных, что позволяет системам быстро адаптироваться к изменениям, предсказывать возможные сбои и снижать время простоя. Несмотря на значительные достижения, процесс внедрения AI сталкивается с рядом вызовов, включая необходимость интеграции с устаревшими системами и обеспечение безопасности данных. Дальнейшее развитие AI в сетевых технологиях открывает перспективы развития самоуправляемых сетей, что значительно повысит надежность, гибкость и устойчивость сетевых инфраструктур в условиях постоянно растущих нагрузок.

Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИИ (Russia) = 0.191	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.100	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

References:

1. Moiko, N. V., Zverovshchikova, N. V., & Shishkanova, E. V. (2023). *Artificial Intelligence: Basic Concepts, Application, and Ethical Issues*. Analytical and Numerical Methods for Modeling Natural Science and Social Problems (ACHM– 2023): Coll. Art. on Materials. p. 173.
2. Khardikov, M. V., & Ivanov, T. K. (2024). *Fundamentals of Data Classification Using Machine Learning Algorithms*. Scientific Leader. 2024. p. 16.
3. Sharifani, K., & Amini, M. (2023). Machine learning and deep learning: A review of methods and applications. *World Information Technology and Engineering Journal*. 2023. V. 10. №. 07. pp. 3897-3904.
4. Khurana, D., Koli, A., Khatler, K., & Singh, S. (2023). Natural language processing: state of the art, current trends and challenges. *Multimedia tools and applications*. 2023. V. 82. №. 3. pp. 3713-3744.
5. Verner, D. (2024). Integration of artificial intelligence in backend development. *Annali d'Italia*. 2024. № 59. pp. 88-91.
6. Agabaeva, G., Annabaeva, O., & Annamyradov, A. (2024). Artificial intelligence in telecommunication networks: achievements and applications. *Science Bulletin*. 2024. Vol. 3. №. 9(78). pp. 272-275.
7. Korostin, O. (2024). Innovations in the automation of electronic message processing for maritime shipping. *Cold Science*. 2024. № 6. pp. 22-30.
8. Israfilov, A., Drozdov, I.S., & Pismenskiy, D.A. (2024). Analysis of traffic interception threats and effective protection methods. *Science Diary*. 2024. №. 4.
9. Gibilinda, R. V., Kollerov, A. S., & Fartushny, A. V. (2023). Automation of the process of marking network traffic packets of instant messaging services during the investigation of information security incidents. *Bulletin of the Ural Federal District. Security in the Information Sphere*. 2023. Vol. 1. №. 47. pp. 69-80.
10. Mishra, A., Yadav, P., & Kim, S. (2023). *Artificial intelligence accelerators. Artificial Intelligence and Hardware Accelerators*. Cham: Springer International Publishing, 2023. pp. 1-52.
11. Cifuentes, B. J. O., Suarez, A., Pineda, V. G., Jaimes, R. A., Benitez, A. O. M., & Bustamante, J. D. G. (2024). Analysis of the Use of Artificial Intelligence in Software-Defined Intelligent Networks: A Survey. *Technologies*. 2024. Vol. 12. №. 7. p. 99.
12. Manukonda, K. R. R. (2024). Analyzing the Impact of the AT&T and Blackrock Gigapower Joint Venture on Fiber Optic Connectivity and Market Accessibility. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*. 2024. Vol. 11. №. 5. pp. 50-56.
13. Gladkov, M. Yu. (2024). Features of cloud management in the field of digital transformation of the public administration sector. *Science and art of management*. 2024. №. 3. pp. 10-23.
14. Nurudinov, G. M. (2024). Adaptive traffic management in SDN networks using machine learning. *Economics and quality of communication systems*. 2024. №. 1 (31). pp. 114-122.
15. Lee, D., & Park, J. H. (2019). Future trends of AI-based smart systems and services: challenges, opportunities, and solutions. *Journal of Information Processing Systems*. 2019. Vol. 15. №. 4. pp. 717-723.