

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 3, 2024 vol. 1
ISSN: 2181-2438



SLIB.UZ
Scientific library of Uzbekistan

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

ISSN 2181-2438

VOLUME 1, ISSUE 3

SEPTEMBER, 2024



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 1, ISSUE 3 SEPTEMBER, 2024

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

Founder of the scientific and technical journal “Journal of Transport” – Tashkent State Transport University, 100167, Republic of Uzbekistan, Tashkent, Temiryo‘lchilar str., 1, office: 465, e-mail: publication@tstu.uz.

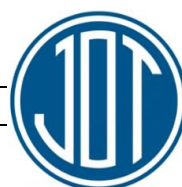
The “Journal of Transport” publishes the most significant results of scientific and applied research carried out in universities of transport profile, as well as other higher educational institutions, research institutes, and centers of the Republic of Uzbekistan and foreign countries.

The journal is published 4 times a year and contains publications in the following main areas:

- Business and Management;
- Economics of Transport;
- Organization of the Transportation Process and Transport Logistics;
- Rolling Stock and Train Traction;
- Infrastructure;
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields:
- Technology and Organization of Construction, Management Problems;
- Water Supply, Sewerage, Construction Systems for Water Protection;
- Technosphere Safety;
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications, Electrical Engineering;
- Materials Science and Technology of New Materials;
- Technological Machines and Equipment;
- Geodesy and Geoinformatics;
- Car Service;
- Information Technology and Information Security;
- Air Traffic Control;
- Aircraft Maintenance;
- Traffic Organization;
- Operation of Railways and Roads;

Tashkent State Transport University had the opportunity to publish the scientific-technical and scientific innovation publication “Journal of Transport” based on the Certificate No. 1150 of the Information and Mass Communications Agency under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. Articles in the journal are published in Uzbek, Russian and English languages.

S. Salixanov, T. Kenjaev <i>Structure production of cement concrete based on secondary fillers from concrete slaves</i>	60
N. Turaeva <i>Model of a multi-agent system for monitoring aeronautical information transmission network</i>	64
G. Samatov, M. Burikhodjaeva <i>Analysis of the essence of financial flows in the supply chain</i>	69
D. Butunov, S. Abdukodirov <i>Regulation of factors affecting the speeds of freight trains</i>	73
A. Adylkhodjaev, I. Kadyrov, B. Kudratov, D. Azimov <i>Development and research of complex modified concretes of a new generation for non-heating and low-temperature technologies based on local raw materials</i>	78
I. Khurramov, X. Umarov, J. Azimov <i>Study of the effect on the amount of cargo flow between Uzbekistan and Kyrgyzstan by the method of multiple regression</i>	83
U. Ziyamukhamedova, F. Nurqulov, A. Djumabaev, J. Nafasov, E. Turgunaliev, M. Rustamov <i>Study of the influence of modifier on the physical and mechanical properties of sulfur composite material</i>	87
Sh. Yuldashev, A. Abdunazarov <i>Advantages of circular and rectangular seismic barriers</i>	91
M. Burikhodjaeva, Sh. Sharapova <i>Supporting components: key paradigms and information systems</i> ...	94
Z. Adilova (Mukhamedova), D. Boboev, N. Akhtamov <i>Mathematical model of fastening conditions in piggyback transport, taking into account different conditions</i>	98
A. Urokov, E. Ashurov, U. Bekmurodov <i>Problems caused by the impact of heavy trucks on the surface of asphalt concrete pavements</i>	104



Model of a multi-agent system for monitoring aeronautical information transmission network

N. M. Turaeva¹ ^a

¹Tashkent University of Information Technologies, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: The purpose of the work in this article is to develop models and algorithms to ensure the effectiveness of monitoring the telecommunications network of information transmission in air navigation systems, allowing to systematize and improve the efficiency of the work of employees of the Department of the data transmission network of the aviation industry of Uzbekistan. The relevance of the development of this model is to use intelligent agents to help operators quickly enough to recognize a potential problem and help prevent a wide range of real failures. The development of a model of a network monitoring system based on multi-agent technology was completed and the function of each agent in the system was described. During the development, the formation and stages of operation of the multi-agent technology were studied. The practical results of the study of the work are that the proposed software and hardware for monitoring the transmission of aeronautical information in the airport telecommunications networks were successfully implemented and the efficiency of the network has increased significantly.

Keywords: imitation modeling, multi-agent system, air navigation, telecommunication network, Python, SimPy, AnyLogic, systems modeling

Модель многоагентной системы мониторинга телекоммуникационной сети передачи аэронавигационной информации

Тураева Н.М.¹ ^a

¹Ташкентский университет информационных технологий, Ташкент, Узбекистан

Аннотация: Целью работы в данной статье является разработка моделей и алгоритмов обеспечения эффективности мониторинга телекоммуникационной сети передачи информации в аэронавигационных системах позволяющее систематизировать и повысить оперативность работы сотрудников Управления сети передачи данных авиационной отрасли Узбекистана. Актуальность разработки данной модели, заключается в использовании интеллектуальных агентов, чтобы помочь операторам достаточно быстро распознать потенциальную проблему и помочь предотвратить широкий спектр реальных сбоев. Выполнена разработка модели (схемы) сетевой системы мониторинга на основе многоагентной технологии и описана функция каждого агента в системе. В ходе разработки были изучены формирование и этапы работы многоагентной технологии. Практические результаты исследования работы заключается в том, что предложенные программные и технические обеспечения системы мониторинга передачи аэронавигационной информации в телекоммуникационных сетях аэропорта были внедрены успешно и эффективность функционирования сети значительно повысилась.

Ключевые слова: имитационное моделирование, многоагентная система, аэронавигация, телекоммуникационная сеть, Python, SimPy, AnyLogic, моделирование систем

1. Введение

Для достижения реализации системы мониторинга передачи аэронавигационной информации на основе многоагентных технологий можно выбрать проблемно-структурную методологию синтеза гибридных систем, которая позволяет создавать самоорганизующиеся модели, каждый элемент которых развивается, получая данные и знания от других элементов [1].

Разработка системы мониторинга является объемным и сложным процессом, включающим в себя целый алгоритм действий, либо по-другому – этапов [2].

Данное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении Президента Республики Узбекистан №ПП-4699 «О мерах по широкому внедрению цифровой экономики и электронного правительства» от 28 апреля 2020 г., Указе №УП-6079 «Об утверждении стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и мерах по ее эффективной реализации» от 5 октября 2020 г., Указе №УП-5349 «О мерах по дальнейшему

^a  <https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>



совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций» от 19 февраля 2018 г., в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан №699 «О мерах по дальнейшему развитию телекоммуникационной инфраструктуры Республики Узбекистан» от 19 ноября 2021 г., Постановлении №185 «О мерах по дальнейшему улучшению качества услуг связи, информатизации и телекоммуникаций» от 7 марта 2018 г. и в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

2. Методика исследования

Для разработки новой мониторинговой системы для телекоммуникационных сетей передачи аэронавигационной информации выбрали именно эту технологию – многоагентную систему мониторинга. [3,4] Новая модель системы мониторинга разработается с использованием интеллектуальных агентов, чтобы помочь операторам сети достаточно быстро распознать потенциальную проблему и помочь предотвратить широкий спектр реальных сбоев.

В ходе исследования были изучены научно-исследовательские труды учёных и работы авторов других стран, таких как А.В. Березина «Разработка мультиагентной системы мониторинга сетевого оборудования», Шамин И.М. «Мониторинг IT-систем и сетевых устройств», А.В. Боговик, Д.М. Сафиулов «Анализ существующих систем мониторинга технического состояния телекоммуникационного оборудования сетей связи», Князева Г.В. «Мониторинг действий пользователя как часть системы комплексной безопасности компьютерных систем», Гирик А.В. «Организация мониторинга в телекоммуникационных сетях с целью обнаружения информационных угроз безопасности передачи данных», Дакуева Э.Р. «Исследование и внедрение системы мониторинга деятельности предприятия», Thomas Lindh «Performance monitoring in communication networks», Abul Bashar «Graphical modelling approach for monitoring and management of telecommunication networks», Anand Sreenivasan «Performance monitoring of network systems», Colin Goldsmith «Wireless local area networking for device monitoring», Andrej Novak «Modern telecommunication networks in the Aeronautical Telecommunication Network (ATN)», Vishrant Tripathi «Information freshness for monitoring and control over wireless networks». В процессе исследования диссертационной работы были изучены труды учёных и работы авторов Узбекистана таких как, проф.Исаев Р.И. «Мультимедийные сети связи», М.Абдужаппарова, С.Садчикова «Internet tarmoqlari va xizmatlari», Halikov A.A., Abdujapparova M.B. «Telekommunikatsiya tarmog'iga keng polosali kirishning o'tkazish qobiliyatini baholash usulini ishlab chiqish», Эшанкулов Х.И. «Многоагентные системы для информационного мониторинга и управления в реальном времени», Гулямов Ж. «Система

диспетчеризации и мониторинга инженерных систем», Расулова Н., Дусейнов Н. «A multi-agent approach to creation of adaptive intelligent learning systems», Шарипов Д. К. «Модели и алгоритмы систем мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы в промышленных регионах», Худаяров М. Б. «Мониторинг энергопотребления для оценки энергоэффективности общественных зданий», Ю.В. «Методы и устройства дистанционного мониторинга», Насруллаев Н.Б. «Ахборот хавфсизлиги мониторинги тизими ишлашининг самарадорлигини ошириш усуллари ва алгоритмлари». Вышеуказанных работах по отчетам, расчетам и изучению объекта получена информация [5], подтверждающая о проведенных исследованиях по мониторингу сети передачи данных, а также по другим сферам, такие как наземный транспорт, образование, логистика, бизнес-аналитика и т.д. [6]

Проведенный анализ исследований в области системы мониторинга телекоммуникационных сетей передачи аэронавигационной информации [7,8] показывает, что в работах вышеперечисленных ученых в недостаточной степени изучены вопросы, посвященные разработке методов, моделей и алгоритмов системы мониторинга сети передачи аэронавигационной информации на основе многоагентной технологии, обеспечивающая высокую надежность и оперативность обмена информацией между операторами.

В процессе научного исследования создано программное обеспечение, которое будет имитировать работу сложной системы, отвечающей за мониторинг передачи данных в сфере авиации. Эта система должна быть способна моделировать различные сценарии, от нормальной работы до экстремальных ситуаций, и предоставлять ценную информацию для оптимизации и улучшения реальной системы.

Актуальность разработки данной модели, заключается в использовании интеллектуальных агентов, чтобы помочь операторам достаточно быстро распознать потенциальную проблему и помочь предотвратить широкий спектр реальных сбоев.

В качестве агентов предложено использовать следующие: агент информационного уведомления в центральный компьютер, агент сбора и сортировки данных, агент отслеживания телекоммуникационного оборудования, агент блока электропитания, агент формирования базы данных, агент метеорологических данных, агент справочников.

Автором данной научно-исследовательской работы предложена модель сетевой системы мониторинга на основе многоагентной технологии.

Агентное моделирование — это метод, который позволяет создавать модели сложных систем с помощью взаимодействия автономных агентов. В контексте телекоммуникационного оборудования агентное моделирование может быть использовано для анализа, оптимизации и прогнозирования работы различных компонентов телекоммуникационных сетей [9].

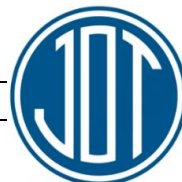




Рис.1. Модель сетевой системы мониторинга на основе многоагентной технологии

Разработанная система мониторинга считается интегрированной системой и служит для быстрого действия операторов и для эффективной работы сети и телекоммуникационного оборудования. Агенты современной многоагентной технологии способны будут давать рекомендации в разных случаях неполадка сети и при аварийных случаях [10]. Во время тестирования объектов сети, предлагаемая интегрированная система мониторинга будет сама сравнивать результаты тестирования с нормой и оповещать о состоянии какого-либо объекта сети на экране центрального компьютера. На процесс уйдет примерно 2-3 минуты, что значительно сокращает время проверки по сравнению со существующей системой.

Ниже приведен фрагмент кода разработанной программы:

```

Python
import simpy
class Agent:
    def __init__(self, env):
        self.env = env
        # ... другие атрибуты
        агента
class Network:
    def __init__(self, env):
        self.env = env
        # ... создание сети
def main():
    env = simpy.Environment()
    network = Network(env)
    # ... создание агентов и
    запуск моделирования
    env.run(until=100)
if __name__ == '__main__':
    main()
import simpy
class Aircraft:
    def __init__(self, env):
        self.env = env
        # ... другие атрибуты
        телекоммуникационного
        оборудования
class GroundStation:
    def __init__(self, env):
        self.env = env
        # ... другие атрибуты
        сети передачи аэронавигационной
        информации
  
```

```

def main():
    env = simpy.Environment()
    # ... создание объектов и
    запуск моделирования
    env.run(until=100)
if __name__ == '__main__':
    main()
  
```

Ключевые компоненты имитационной модели многоагентной системы мониторинга сети передачи аэронавигационной информации:

- **Агенты:** Отдельные элементы системы (датчики, серверы, клиенты), каждый из которых имеет свои задачи и характеристики.
- **Сеть:** Структура, соединяющая агентов и обеспечивающая передачу данных.
- **Аэронавигационная информация:** Специфические данные, передаваемые по сети (планы полетов, метео данные, данные о состоянии воздушного судна и т.д.).
- **События:** Различные происшествия, которые могут произойти в системе (отправка сообщения, потеря пакета, отказ оборудования).
- **Модель времени:** Способ представления времени в модели (дискретное или непрерывное).

Выбор инструментов и технологий:

- **Язык программирования:** Python, благодаря богатой экосистеме библиотек для научных вычислений и моделирования (NetworkX, SimPy, AnyLogic).
- **Инструменты для имитационного моделирования:**
 - **SimPy:** Простая в использовании библиотека для дискретного события имитационного моделирования.
 - **AnyLogic:** Профессиональный инструмент для моделирования сложных систем, включая многоагентные.
 - **OMNeT++:** Специализированная платформа для моделирования сетей.



- Среда разработки: Любая современная IDE, поддерживающая выбранный язык (PyCharm, Visual Studio Code).

Структура программы.

1. Определение агентов:
 - Создать классы для каждого типа агента.
 - Определить атрибуты (идентификатор, состояние, ресурсы) и методы (обработка событий, взаимодействие с другими агентами).
2. Создание сети:
 - Использовать библиотеку NetworkX для создания топологии сети.
 - Определить каналы связи, задержки и пропускную способность.
3. Имитация времени:
 - Выбрать модель времени (дискретная или непрерывная) и реализовать механизм продвижения времени.
4. События и обработчики событий:
 - Определить все возможные события.
 - Создать функции для обработки каждого события.
5. Сбор данных и анализ:
 - Сохранять данные о состоянии системы в процессе моделирования.
 - Использовать библиотеки для визуализации и анализа данных (Matplotlib, Pandas).

Ключевые аспекты моделирования:

- Аэронавигационная информация: Определить формат и содержание данных (планы полетов, метео данные, сообщения АТС).
- Протоколы связи: Моделировать используемые протоколы (например, ADS-B, CPDLC).
- Ошибки и сбои: Вводить различные типы ошибок (потеря пакетов, задержка, искажение данных) и моделировать восстановление.
- Нагрузка сети: Генерация различной нагрузки на сеть для оценки ее производительности.
- Контроль сети передачи аэронавигационной информации: Моделирование многоагентной системы мониторинга сети передачи аэронавигационной информации.

Дальнейшие шаги:

- Уточнение требований: Определить конкретные цели моделирования, типы агентов, сценарии и показатели эффективности.
- Выбор инструментов: Определить наиболее подходящие инструменты для реализации проекта.
- Разработка детальной архитектуры: Создать диаграммы классов и последовательностей для визуализации структуры системы.
- Реализация: Поэтапно реализовать отдельные компоненты системы и интегрировать их.
- Тестирование и отладка: Провести тщательное тестирование для выявления и исправления ошибок.

- Анализ результатов: Проанализировать полученные данные и сделать выводы.

Дополнительные возможности:

- Визуализация: Использование библиотек для создания интерактивных визуализаций.
- Верификация и валидация: Сравнение результатов моделирования с реальными данными.
- Оптимизация: Поиск оптимальных параметров системы.

Машинное обучение: Применение методов машинного обучения для прогнозирования и анализа данных.

3. Результаты исследования

Таким образом, агентное моделирование предоставляет гибкий подход к исследованию динамики телекоммуникационных систем и помогает принимать более обоснованные решения по их управлению и развитию.

Разработанная модель имеет ряд преимуществ как, высокая надежность системы - устойчивость к сбоям и обеспечивает непрерывную работу, точность и синхронизация - все системы и оборудование будет работать синхронно для предотвращения ошибок. Для обеспечения вышеуказанных и была необходимо создать интегрированную систему мониторинга для отслеживания работоспособности сети передачи аэронавигационной информации.

Использованная литература / References

- [1] Дмитриев В.Н., Тушнов А. С., Имитационное моделирование системы мониторинга многозвенной сети передачи данных // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2013. №2, стр.41.
- [2] Эшмурадов Д. Э., Элмурадов Т. Д., Тураева Н. М. Автоматизация обработки аэронавигационной информации на основе многоагентных технологий // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 65-76.
- [3] О.К. Альсова. Имитационное моделирование систем. Учебное пособие по дисциплине «Имитационное моделирование информационно-вычислительных систем». Новосибирск, 2015.
- [4] Альсова, О.К. Имитационное моделирование систем в среде ExtendSim: учебное пособие для вузов/ О. К. Альсова.— 2-е изд.— Москва: Издательство Юрайт, 2024.— 115 с.— (Высшее образование).
- [5] Ким А. И., Тураев М. О. Интеграция автомобильно-транспортных услуг Узбекистана и стран Центральной Азии // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. – 2020. – №. 3-2. – С. 335-339.
- [6] Зайцев Д. А. Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools / Д. А. Зайцев, Т. Р. Шмелева. - Одесса: Одес. нац. акад. связи им. А. С. Попова, 2008. - 68 с.



[7] Azizov Ozodbek Khurram Ugli, Eshmuradov Dilshod Elmuradovich, Turaeva Nasiba Mirxamidovna Revolutionizing air traffic management: the role of multi-agent systems in improving efficiency and safety // sai. 2023. №A4. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/revolutionizing-air-traffic-management-the-role-of-multi-agent-systems-in-improving-efficiency-and-safety>.

[8] Эшмурадов Дилшод Эльмурадович, Джумамуратов Бехзод Акрамджанович, Тураева Насиба Мирхамидовна Перспективы развития аэронавигационных систем // SAI. 2023. №Special Issue 3.

[9] Diego Javier Maldonado Andrade. "Multi-agent Systems: A survey about its components, framework and workflow". IEEE Access. Jan 2024, p.256-259.

[10] Sandali Goonatilleke, Budditha Hettige. "Past, Present and Future T-rends in Multi-Agent System

Technology". Journal Européen des Systèmes Automatisés. Vol. 55, No. 6, December 2022. 55(6):723-739.

Информация о авторах/ Information about the authors

Turayeva Nasiba Mirxamidovna /
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti, mustaqil izlanuvchi,
E-mail: t.nasiba@gmail.com
Tel: +998971558474
<https://orcid.org/0000-0003-4586-7401>

