

Использование генеративного искусственного интеллекта для визуализации логистических процессов

В.Н. Трегубов, Л.В. Славнецкова

Аннотация – В статье представлен теоретический обзор и анализ использования технологий искусственного интеллекта в системах городского пассажирского транспорта для создания городской транспортной системы на принципах мобильность как услуга. Авторами продемонстрирована взаимосвязь технологий в предметной области управления городской мобильностью на основе принципов мобильность как услуга и интеллектуальной мобильности в виде структуры понятийного поля искусственного интеллекта. Определены основные функции и особенности использования искусственного интеллекта для решения задач транспортной системы на основе концепции мобильность как услуга. К таким функциям относятся: прокладка маршрутов, выбор транспорта, оценка загруженности маршрута, бронирование поездки, проверка расписания и расчет времени в пути, отслеживание изменений на маршруте, сбор обратная связь и пожеланий. С учетом реализации выделенных функций авторами была разработана диаграмма классов для системы информационной поддержки городского транспорта и приведено описание основных элементов такой системы в виде диаграммы на унифицированном языке моделирования. Проанализированы преимущества внедрения искусственного интеллекта в городских транспортных системах.

Ключевые слова — искусственный интеллект, мобильность как услуга, система, система городской мобильности, транспортные процессы, унифицированный язык моделирования.

I. ВВЕДЕНИЕ

Современные исследования показывают, что использование технологий искусственного интеллекта (ИИ) в городских транспортных системах позволит существенно улучшить логистические и транспортные процессы в городах, повысить их эффективность, безопасность и удобство. Потенциал ИИ дает возможность решать широкий спектр задач логистического и транспортного управления, включая оптимизацию городских поставок, улучшение городских транспортных систем, построенных на принципе мобильность как услуга (МКУ) и др. Настоящее исследование посвящено обзору ключевых направлений исследований, связанных с использованием технологий ИИ в сфере городской мобильности и логистики.

Технология МКУ представляет собой инновационный подход к организации транспортных услуг, который отличается от традиционного подхода

[10]. Система на основе МКУ предполагает интеграцию различных видов транспорта в единую платформу, функционирование которой ориентировано на комплексное удовлетворение потребностей пользователей в городском транспортном обслуживании. Ключевым компонентом для дальнейшего развития МКУ должен стать ИИ [15]. Его широкое использование позволит более глубоко анализировать транспортное поведение пользователей, уточнить их предпочтения, чтобы затем сопоставить это с информацией, собранной в реальном времени в городской транспортной сети и сформировать персонализированные рекомендации по организации отдельной транспортной поездки. Это позволяет обеспечить более высокий уровень удовлетворенности пользователей и повысить эффективность всей транспортной системы.

Платформа МКУ с использованием ИИ обеспечит пользователям доступ к различным видам транспорта, включая автобусы, поезда, сервисы каршеринга и беспилотные транспортные средства, через единое приложение. Такая интеграция способствует созданию бесшовного опыта городских перемещений и упрощает процесс планирования поездок [11]. Кроме того, МКУ стимулирует пользователей к использованию альтернативных видов транспорта, что способствует формированию более устойчивой и разнообразной городской транспортной системы. Поездка может включать подъезд на такси и пересадку на общественный транспорт, использование велосипедов или самокатов, пешеходный переход и все эти виды транспорта можно объединить в один маршрут. Данная концепция способствует развитию инфраструктуры для электромобилей и других экологически чистых видов транспорта [9].

В перспективе ИИ существенно трансформирует сферу городской логистики и городского общественного транспорта, обеспечивая компаниям возможность оптимизировать свои операции на основе углубленного анализа данных. Алгоритмы машинного обучения способны обрабатывать обширные массивы данных из различных источников. Анализ информации с использованием инструментов ИИ позволяет выявлять закономерности и тенденции в логистических процессах. Он помогает прогнозировать спрос, оптимизировать управление запасами и корректировать маршруты доставки, что способствует снижению эксплуатационных затрат, повышению скорости

Статья поступила 10.03.2026

Трегубов Владимир Николаевич - СГТУ имени Гагарина Ю.А., (email: tregubovvn@outlook.com)

Славнецкова Людмила Владимировна - СГТУ имени Гагарина Ю.А., (email: lvsla@mail.ru)

доставки и минимизации отходов, что, в свою очередь, улучшает удовлетворённость клиентов. Системы логистики, основанные на ИИ, обладают способностью к динамической адаптации к изменяющимся условиям, включая транспортные заторы и неблагоприятные погодные явления. Описанные факторы обосновывают актуальность представленного исследования.

Цель нашего исследования заключается в определении функции и особенностей использования ИИ для решения задач транспортной системы построенной на основе концепции МКУ и разработка концептуальной схемы информационной системы на унифицированном языке моделирования. Чтобы выявить научный пробел нами выполнен обзор современных публикаций по теме использования систем ИИ в городском транспорте и логистике.

II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в транспортную отрасль наиболее ярко выражена в системах использования автономных транспортных средств (АТС). АТС функционируют с использованием сложных систем ИИ, которые обеспечивают навигацию в условиях городской среды, интерпретацию данных с датчиков и принятие решений, связанных с управлением транспортными средствами. Эта технология обладает потенциалом для трансформации личного и коммерческого транспорта за счет снижения вероятности дорожно-транспортных происшествий, обусловленных ошибками человека, оптимизации транспортного потока и уменьшения загруженности дорог. Интеграция АТС в структуру мультимодальных городских транспортных систем, позволит предоставлять услуги транспортировки по запросу, что снижает потребность в использовании личного автомобиля и способствует развитию новых моделей городской мобильности. В статье [13] подробно рассматривается значение ИИ в контексте автономных транспортных решений, включая вопросы жизненного цикла, безопасности, приватности и этические аспекты. Особое внимание уделяется параметрам адаптации, обучения и повышения производительности транспортных средств. Рассматриваются различные уровни автономии, особенности использования ИИ и автоматизация ключевых процессов.

Способность искусственного интеллекта обрабатывать значительные объемы данных в режиме реального времени существенно влияет на эффективность управления транспортными системами. Принятие решений в реальном времени позволяет оперативно реагировать на изменения в дорожной обстановке, например на заторы, аварии или задержки. На основе данных, получаемых в режиме реального времени, осуществляется динамическое управление сигналами светофора и корректировка расписания общественного транспорта с целью полного удовлетворения текущего спроса. В статье [6] авторами рассматриваются ключевые аспекты и методы искусственного интеллекта (ИИ), а также их применение в цифровых системах управления цепями поставок. Особое внимание уделяется изучению методов использования мультиагентных технологий и интеллектуальных систем в управлении цифровых цепей поставок. Данные системы направлены на координацию

действий партнеров, разрешение конфликтов и достижение согласия между участниками сообществ, а также на управление рисками в режиме реального времени и формирование гибких сетевых структур.

В статье [14] авторами представлено формальное описание задачи принятия решений в режиме реального времени. Авторы показывают, как можно решить ее с использованием технологий интернета вещей (IoT). Также рассматриваются варианты решений, обеспечивающие эффективное решение таких задач с учетом временных ограничений и актуальности данных. Анализируются современные методы анализа данных реального времени, получаемых от датчиков IoT, и обсуждаются перспективные направления дальнейших исследований в этой области.

Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) в логистику вызывает значительные изменения в данной отрасли. Применение ИИ позволяет компаниям улучшить производительность, сократить издержки и повысить качество предоставляемых услуг. В ситуации увеличения спроса на оперативные и надёжные услуги, а также усложнения глобальных цепей поставок, использование ИИ становится необходимым для сохранения конкурентных преимуществ компаний. Данная тема активно исследуется. В монографии [8] рассматриваются теоретические и практические аспекты внедрения искусственного интеллекта в логистические процессы. Анализируются принципы функционирования компонентов логистических систем, управляемых алгоритмами искусственного интеллекта. Выявляются ключевые факторы их эффективного взаимодействия.

Перспективно и внедрение этой технологии в отдельных сферах логистики, например в закупочной логистике. В исследовании [1] показано как цифровые технологии оказывают значительное влияние и изменяют закупочную логистику. ИИ может быть использован на всех этапах этого процесса: от обработки данных на компьютерах до использования телекоммуникационных технологий для передачи информации в разных форматах. Интеграция ИИ технологий в закупочную деятельность, взаимодействующих с каналами распределения продукции, способствует повышению качества обслуживания закупок, сокращению запасов и снижению затрат на закупки.

Точное прогнозирование спроса является ключевым элементом логистического управления городского трафика. Одним из инструментов в этом процессе является предиктивная аналитика на основе ИИ. Анализируя большие данные о продажах, рыночные тенденции, учитывая внешние факторы, такие как сезонность и экономические индикаторы, алгоритмы искусственного интеллекта способны точно прогнозировать транспортный спрос. Наличие прогноза позволяет предприятиям принимать обоснованные решения при планировании производства, правильно поддерживать уровень запасов и распределять ресурсы. Понимая потребности клиентов, компании могут вовремя ликвидировать дефицит товаров, минимизировать избыточные запасы и оптимизировать свои цепочки поставок. В публикации [4] представлены методы разработки прогнозов в системе интернет-торговли на примере компании Озон. Интернет-торговля становится значимой частью национальной экономики.

Сформировались ключевые критерии успешности компании на рынке электронной коммерции. К ним относятся широкое географическое покрытие, оперативная и бесплатная доставка, а также точное прогнозирование потребностей. На текущем этапе развития электронной коммерции ведущие игроки конкурируют именно за счет внедрения новейших технологий, в частности искусственного интеллекта, дополненной реальности и машинного обучения. В исследовании [4] авторами предложена нейронная сеть с функцией долговременной и кратковременной памяти. Проведенный с ее помощью анализ позволяет определить перспективные регионы, в которых существующая логистическая инфраструктура компании не сможет обеспечить прогнозируемый объем продаж. Также разработан метод расчёта необходимого количества пунктов выдачи заказов в отдельном районе для удовлетворения прогнозируемого спроса на покупки.

Перспективной является и способность ИИ обрабатывать большие объемы данных в реальном времени, что существенно улучшает эффективность планирования маршрутов для логистических операций. Традиционные методы маршрутизации, как правило, основаны на статических картах и заранее сформированных маршрутах, что приводит к снижению их эффективности, например в условиях возникновения пробок. В отличие от этого, алгоритмы оптимизации маршрутов на основе ИИ учитывают множество динамических факторов, таких как состояние дорожного покрытия, перекрытие дорог и сроки доставки. Кроме того, ИИ способен адаптировать маршруты «на лету», что позволяет логистическим компаниям оперативно реагировать на непредвиденные изменения в городском трафике. В статье [3] рассматривается возможность улучшения транспортных маршрутов с использованием технологий искусственного интеллекта. Особое внимание уделяется оптимизации автомобильных грузоперевозок посредством внедрения ИИ. Проведенные исследования демонстрируют потенциал искусственного интеллекта для повышения эффективности логистических процессов.

Оптимизация логистических процессов с использованием технологий искусственного интеллекта, способствует повышению качества обслуживания пассажиров. Своевременная доставка, точное выполнение заказов и оперативное реагирование на запросы клиентов позволяют компаниям соответствовать ожиданиям потребителей. Улучшение качества услуг способствует укреплению лояльности клиентов и повышению конкурентоспособности компании на рынке. По мере развития технологий искусственного интеллекта их влияние на оптимизацию логистики будет возрастать, что приведет к формированию более эффективной, отзывчивой и устойчивой логистической системы. Результаты исследования, представленные в [5] демонстрируют, что внедрение передовых технологий, таких как искусственный интеллект, цифровые двойники и смарт-контракты, может существенно улучшить качество обслуживания. Технологии способствуют расширению спектра основных и дополнительных услуг. Для укрепления взаимодействия между участниками рынка предлагается создать единую цифровую среду и

обеспечить свободный доступ к информации, соблюдая при этом требования конфиденциальности.

Интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ) в систему МКУ значительно повышает ее эффективность, оптимизируя процесс предоставления транспортных услуг, улучшая пользовательский опыт и облегчая плавную смену различных видов транспорта. МКУ основывается на централизованной платформе, которая предоставляет возможность пассажирам планировать, бронировать и оплачивать поездки через единое приложение. Применение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволит улучшить функциональность этих платформ, персонализируя пользовательский опыт на основе индивидуальных предпочтений и моделей путешествий. Алгоритмы ИИ могут анализировать исторические данные о поездках для оптимизации маршрутов, выбора предпочтительных видов транспорта и предоставления персонализированных уведомлений о изменениях в обслуживании или задержках. Адаптация сервисов к потребностям пользователей повышает их вовлеченность и удовлетворенность, способствуя переходу к более устойчивым вариантам транспортировки [12].

На основе обобщения исследований из обзора в таблице 1 нами систематизированы перспективные задачи в сфере городской логистики, мобильности и МКУ, которые, по нашему мнению, будут решаться с использованием ИИ.

Таблица 1 - Структура понятийного поля использования технологий ИИ в сфере городского транспорта (разработано авторами)

Категория	Элементы
Городская логистика	
Спрос на прогнозирование	Анализ исторических данных, Учет внешних факторов, Прогнозирование будущего спроса
Планирование маршрутов	Обработка больших данных в реальном времени, Учет динамических факторов, Минимизация времени и расхода топлива
Управление запасами	Отслеживание уровня запасов, Анализ паттернов использования транспортных средств, Оптимизация с использованием машинного обучения
Видимость цепочки поставок	Интеграция IoT, Отслеживание грузов, Идентификация проблем логистической системы
Городская мобильность	
Персонализация пользовательского опыта	Анализ данных пользователя, Оптимизация транспортного парка под требования пользователя, Уменьшение времени ожидания
Динамическое распределение ресурсов	Анализ данных в реальном времени, Прогнозирование спроса, Оптимизация маршрутов
Мультимодальная интеграция	Интеграция видов транспорта, Управление ресурсами, Прогнозирование спроса
Безопасность и защита данных	Мониторинг аномалий, Реагирование на инциденты
Устойчивое развитие	Экологичные транспортные средства, Уменьшение выбросов, Снижение загруженности дорог, Повышение эффективности

Мобильность как услуга	
Интеграция видов транспорта	Автономные автомобили, Общественный транспорт, Ридшеринг, Велосипеды, Самокаты
Управление ресурсами	Анализ данных в реальном времени, Оптимизация маршрутов, Прогнозирование спроса
Устройства и датчики	Мониторинг местоположения, Мониторинг состояния грузов, Предупреждение о проблемах
Прогнозирование спроса	Анализ исторических данных, Учет внешних факторов, Корректировка графиков услуг

ИИ будет играть ключевую роль и в обеспечении бесшовной мультимодальной интеграции в системах МКУ. Пользователи будут получать комплексную информацию о различных видах транспорта, учитывая расписание, стоимость поездки и время в пути, это помогает принимать максимально обоснованные решения по городским поездкам. В целом это стимулирует пассажиров использовать разнообразные варианты передвижения, снижая их зависимость от личных транспортных средств [7].

III. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ

Используя информацию из представленного теоретического обзора, мы можем сформулировать задачу по улучшению системы городской транспортной мобильности на принципах МКУ с использованием ИИ. Ниже приведено краткое описание основных функций системы МКУ.

В такой системе алгоритмы машинного обучения анализируют в реальном времени информацию о дорожной ситуации, времени суток, погоде и других факторах, чтобы сформировать оптимальный маршрут поездки. ИИ также учитывает личные предпочтения пассажира: любимый вид транспорта, длительность поездки, уровень комфорта и т.д. Такой подход позволяет предложить оптимальный вариант поездки, подобная персонализация делает систему МКУ удобной и приятной.

Также ИИ выполняет анализ истории поездок пользователя, сопоставляет их с текущими условиями, чтобы учесть эту информацию при разработке маршрута, учитываются рейтинги предыдущих поездок. Расчет стоимости поездки учитывает возможность использования различных тарифов и скидок или абонементов, что делает процесс покупки прозрачным и экономически выгодным для пользователя.

Для проверки загруженности маршрута ИИ может использовать данные сенсоров, камер и других источников для анализа в реальном времени текущей загруженности маршрутов и для предсказания возможных задержек. Использование машинного обучения позволяет прогнозировать загруженность маршрутов и помогает избегать пробок. Работает автоматическое бронирование мест на транспорте с учетом предпочтений пользователя, а также управления бронированиями. Данные функции позволяют пассажирам адаптироваться к изменениям в расписании.

Оплата проезда становится максимально удобной и автоматизированной. Система помогает получить оплату за всю поездку, используя единый аккаунт пользователя, что избавляет его от необходимости покупать несколько билетов. Мониторинг транзакций и предоставление детализированной информации обо всех транспортных расходах помогают пользователям контролировать их. Динамическое обновление расписаний и точное прогнозирование времени в пути с учетом текущих условий и исторических данных обеспечивают своевременную информацию для пользователей. Пользователь может получать уведомления о ближайших остановках и рекомендации по пересадкам. При необходимости можно выполнить перепланирование маршрута, что повышает уровень комфорта и безопасности поездок.

Анализ отзывов пользователей и формирование персональных рекомендаций, помогают непрерывно улучшать качество предоставляемых услуг. В таблице 2 в обобщенном виде представлены основные направления использования ИИ в системе МКУ.

Таблица 2. Направления использования ИИ в системе МКУ (разработано авторами)

Задача	Функция	Описание использования ИИ
Прокладка маршрутов	Оптимизация маршрутов	Использование алгоритмов машинного обучения для анализа данных о дорожной ситуации, погодных условиях, времени суток и других факторов, чтобы предложить оптимальный маршрут
	Персонализация маршрутов	ИИ может учитывать индивидуальные предпочтения пользователя, такие как предпочтение к определенным видам транспорта, время в пути, уровень комфорта и другие параметры, чтобы предложить наиболее

		подходящий маршрут
Выбор транспорта	Рекомендации транспорта	ИИ может анализировать историю поездок пользователя, текущие условия и предложить наиболее подходящие виды транспорта, учитывая такие факторы, как стоимость, время в пути и доступность
	Расчет стоимости	Использование ИИ для динамического расчета стоимости поездки, учитывая различные тарифы и скидки
Проверка загруженности маршрута	Анализ данных в реальном времени	ИИ может использовать данные сенсоров, камер и других источников для мгновенного анализа загруженности маршрутов и предсказания потенциальных задержек
	Прогнозирование загруженности	Использование исторических данных и машинного обучения для прогнозирования загруженности маршрутов в будущем
Бронирование поездки	Автоматическое бронирование	ИИ может автоматически бронировать места на транспорте, учитывая предпочтения пользователя и текущие условия
	Управление бронированиями	ИИ может следить за

		состоянием бронирований и предлагать альтернативы в случае изменений
Оплата проезда	Автоматическая оплата	ИИ может автоматически обрабатывать оплату всех видов транспорта, используя единый аккаунт пользователя
	Мониторинг транзакций	ИИ может отслеживать все транзакции и предоставлять пользователю детализированную информацию о расходах
Проверка расписания и расчет времени в пути	Динамическое обновление расписаний	ИИ может автоматически обновлять расписания, учитывая изменения в режиме реального времени
	Прогнозирование времени в пути	Использование ИИ для точного прогнозирования времени в пути, учитывая текущие условия движения и исторические данные
Контроль процесса поездки	Уведомления об остановках	ИИ может отправлять пользователю уведомления о приближающихся остановках, чтобы он не пропустил нужную остановку
	Рекомендации по пересадкам	ИИ может предложить оптимальные варианты пересадок, учитывая время ожидания и удобство передвижения

Отслеживание изменений на маршруте	Реактивное перепланирование	ИИ может автоматически перепланировать маршрут в случае внезапных изменений, таких как закрытие дорог или задержки транспорта
	Уведомления о изменениях	ИИ может отправлять пользователю уведомления о любых изменениях на маршруте и предлагать альтернативные варианты
Обратная связь и пожелания	Анализ отзывов	ИИ может анализировать отзывы пользователей, чтобы выявить общие проблемы и предложения для улучшения
	Персонализированные рекомендации	ИИ может использовать отзывы для персонализации рекомендаций и улучшения пользовательского опыта

В качестве примера реализации функциональности МКУ рассмотрим возможность создания информационной системы с включением функций ИИ в систему МКУ. Ключевым этапом анализа станет декомпозиция системы на отдельные классы. Модель предметной области получит визуальное представление, выраженное в терминах, соответствующих предлагаемой системе. Такие модели называют концептуальными моделями объектов предметной области, они отображают структуру и взаимосвязи элементов в рамках исследуемой проблематики. Диаграмма классов модели представлена на рисунке 1.

Для представления модели будет использован унифицированный язык моделирования, в котором концептуальная модель предметной области визуализируется посредством набора диаграмм, которые отображают взаимосвязи между классами через ассоциации, а также включают описание атрибутов, присущих каждому из классов. Подобная модель предметной области предоставляет следующую информацию: структуру классов, их свойства (атрибуты), типы взаимодействий между ними (ассоциации), а также дополнительные характеристики, необходимые для понимания логики системы [2].

Классы выделяются с использованием метода анализа существительных, при котором существительные в текстовом описании рассматриваются как потенциальные кандидаты на роль классов. Состояние объекта в текущий момент времени определяется совокупностью его атрибутов, которые формируют так называемую память состояний объекта. Поведение объекта описывается через его операции, которые определяют, как объект взаимодействует с другими элементами системы. На диаграммах классов объекты изображаются без указания их операций, поскольку основное внимание уделяется структуре и атрибутам.

Диаграмма классов описывает архитектуру системы МКУ, в которой используются компоненты для планирования, оптимизации, бронирования и оплаты маршрутов, а также для управления данными о трафике и отправки уведомлений пользователю. Ниже представлено краткое описание основных классов, из которых будет состоять система.

Класс `User` представляет собой абстракцию, описывающую пользователя системы. Он реализует возможность установки личных предпочтений и предоставления обратной связи. Метод `setPreferences` позволяет пользователю определить свои предпочтения в отношении видов транспорта, продолжительности поездки и уровня комфорта. Метод `giveFeedback` обеспечивает возможность оставления отзывов и пожеланий, которые могут быть использованы для улучшения качества предоставляемых услуг.

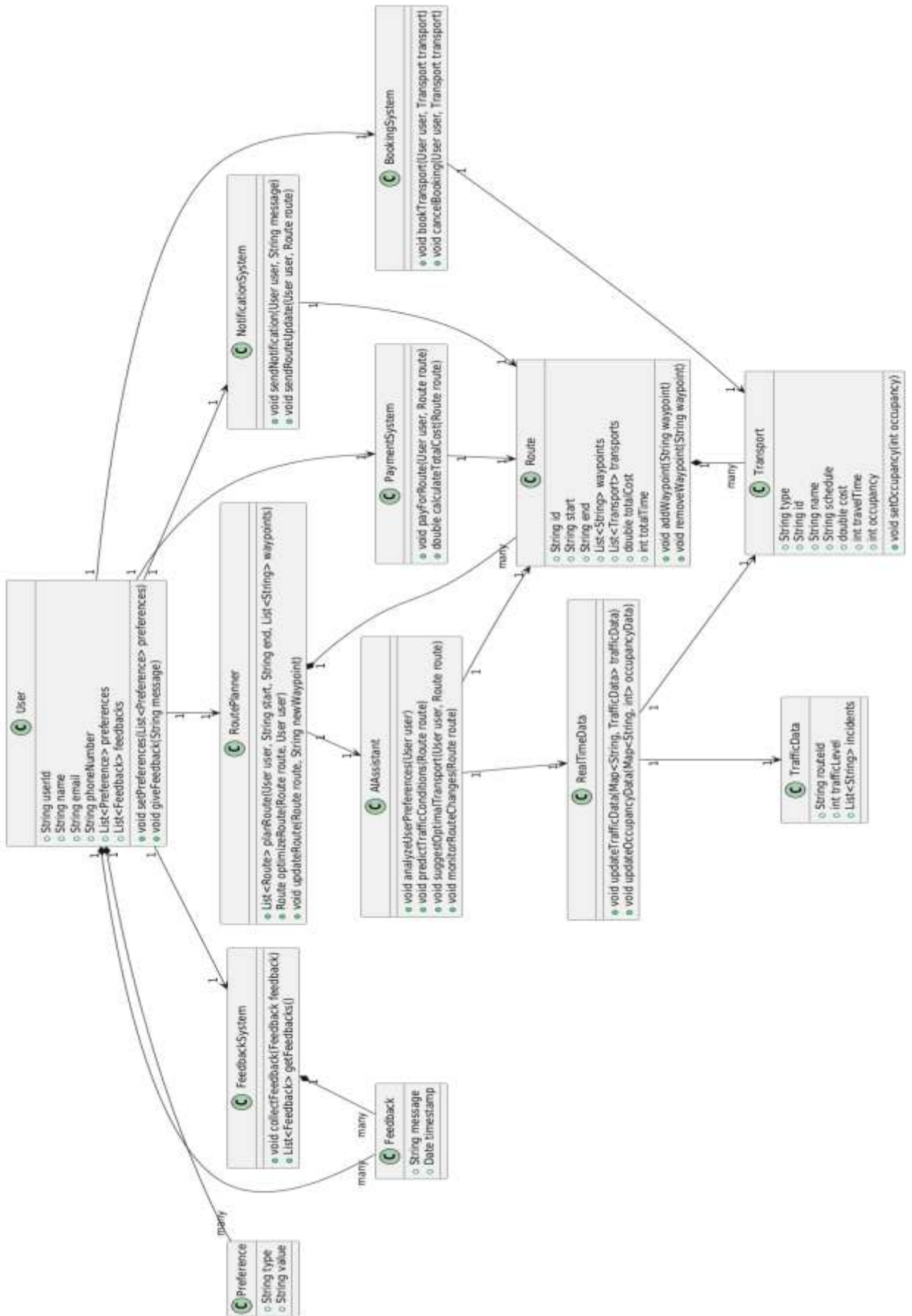
Класс `RoutePlanner` предназначен для разработки и оптимизации маршрутов. Метод `planRoute` формирует маршрут на основе заданных начальной и конечной точек, а также промежуточных точек. Метод `optimizeRoute` оптимизирует маршрут с учетом предпочтений пользователя и текущих условий. Метод `updateRoute` обновляет маршрут при включении новых промежуточных точек. Данный класс взаимодействует с классом `User` для учета индивидуальных предпочтений и с классом `AIAssistant` для обработки данных и прогнозирования.

Класс `Transport` представляет собой абстракцию транспортного средства. Он включает данные о типе транспорта, его уникальном идентификаторе, названии, расписании, стоимости проезда, времени в пути и уровне загруженности.

Метод `setOccupancy` позволяет обновлять информацию о загруженности транспорта в реальном времени. Данный класс взаимодействует с классом `Route` для управления маршрутами и с классом `RealTimeData` для обновления данных о загруженности.

Класс `RealTimeData` обеспечивает сбор данных о состоянии дорожного движения в реальном времени и загруженность транспортных средств. Метод `updateTrafficData` отвечает за актуализацию информации о транспортной ситуации, а метод `updateOccupancyData` — за обновление данных о загруженности транспортной сети.

Рисунок 1. Диаграмма классов для информационной системы МКУ



дорожного движения и с классом Transport для обновления данных о загруженности. Класс TrafficData содержит данные о плотности транспортного потока и зарегистрированных инцидентах.

Данный класс взаимодействует с классом TrafficData для управления информацией о состоянии

Класс NotificationsSystem предназначен для реализации функционала отправки уведомлений

пользователю. Метод `sendNotification` осуществляет отправку уведомления, а метод `sendRouteUpdate` — обновление маршрута пользователю. Взаимодействие с классом `User` осуществляется для реализации данного функционала.

Класс `AIAssistant` предназначен для анализа пользовательских предпочтений, прогнозирования транспортных потоков, предложения оптимальных вариантов передвижения и мониторинга изменений на маршрутах. Метод `analyzeUserPreferences` осуществляет анализ предпочтений пользователя, метод `predictTrafficConditions` прогнозирует состояние трафика, метод `suggestOptimalTransport` предлагает оптимальный вид транспорта, а метод `monitorRouteChanges` отслеживает изменения на маршруте. Этот класс взаимодействует с классом `Route` для анализа маршрутов и с классом `RealTimeData` для получения данных о трафике.

Разработанная диаграмма классов показывает особенности и место технологических решений на основе ИИ в системе городского транспорта на основе МКУ. Предложенная модель информационной системы отражает ее основные компоненты и взаимосвязи между ними. Диаграмма может быть использована для создания прототипа информационной системы.

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обобщая результаты выполненного исследования, можно отметить, что обзор публикации показывает актуальность технологии ИИ имеют значительное влияние на городскую мобильность, предоставляя компаниям инструменты для оптимизации рабочих процессов на основе анализа данных. Алгоритмы машинного обучения обрабатывают большие массивы информации из различных источников, таких как данные о маршрутах доставки, потребительских предпочтениях и рыночных тенденциях.

Интеграция искусственного интеллекта в транспортную отрасль, включая использование автономных транспортных средств и систем МКУ, открывает новые возможности по улучшению городской мобильности. Автономные транспортные средства, оснащённые передовыми системами искусственного интеллекта, будут способны анализировать данные с датчиков, ориентироваться в городской среде и принимать решения в реальном времени. Это снижает вероятность аварийных ситуаций, вызванных человеческим фактором, оптимизирует транспортные потоки и снижает загруженность дорог.

Системы МКУ, основанные на искусственном интеллекте, предоставляют пользователям персонализированные услуги, включая оптимизацию маршрутов, выбор предпочтительных видов транспорта и уведомления о задержках. Это способствует переходу к более устойчивым моделям транспорта, уменьшая потребность в личных автомобилях и улучшая общее качество обслуживания пользователей.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

[1] Волкова, А. А. Цифровая трансформация закупочной логистики / А. А. Волкова, Ю. А. Никитин, В. А. Плотноков // Экономика и управление. – 2022. – Т. 28, № 8. – С. 778-785. – DOI 10.35854/1998-1627-2022-8-778-785. – EDN PAJLIO.

- [2] Галиаскаров Э.Г. Анализ и проектирование систем с использованием UML: учебное пособие для вузов / Э. Г. Галиаскаров, А. С. Воробьев.— Москва: Издательство Юрайт, 2024.— 125с. /Галиаскаров Э.Г.— 2024.
- [3] Данилочкина, Н. Г. Оптимизация логистических маршрутов посредством применения технологий искусственного интеллекта / Н. Г. Данилочкина, А. А. Лысенко // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2024. – Т. 246, № 2. – С. 298-314. – DOI 10.38197/2072-2060-2024-246-2-298-314. – EDN CNNYNI.
- [4] Инюцина, В. С. Использование искусственного интеллекта для прогнозирования продаж в сетевой розничной торговле / В. С. Инюцина, В. Э. Новиков // Логистика и управление цепями поставок. – 2021. – № 2-3(103). – С. 37-43. – EDN VDWOJK.
- [5] Конограй, О. А. Информационные технологии как инструмент повышения качества транспортного обслуживания / О. А. Конограй // Экономика устойчивого развития. – 2023. – № 1(53). – С. 173-175. – DOI 10.37124/20799136_2023_1_53_173. – EDN EKJYKT.
- [6] Лычкина, Н. Н. Применение методов и технологий искусственного интеллекта в цифровых цепях поставок / Н. Н. Лычкина // Логистика и управление цепями поставок. – 2020. – № 4(99). – С. 23-29. – EDN UNYCLW.
- [7] Макаревич, С. Оптимизация городской мобильности: потенциал и ограничения модели «мобильность как услуга» / С. Макаревич, О. Янишевский // Городские исследования и практики. – 2024. – Т. 9, № 3. – С. 78-94. – DOI 10.17323/usp93202478-94. – EDN OKBEQO
- [8] Применение искусственного интеллекта в логистике / Н. М. Нилова, А. Л. Золкин, А. И. Пахомова, А. В. Буракова. – Краснодар : Издательство "Новая", 2023. – 169 с. – ISBN 978-5-00179-420-2. – EDN HNVYSF.
- [9] Трегубов, В. Н. Организация городского транспорта на основе концепции «мобильность как услуга» / В. Н. Трегубов // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Т. 7, № 6. – С. 73-80. – EDN JXNRZ.
- [10] Bharadiya, J. Artificial Intelligence in Transportation Systems A Critical Review / J. Bharadiya // American Journal of Computing and Engineering. – 2023. – Т. 6. – № 1. – С. 34-45.
- [11] Cugurullo, F. Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City / F. Cugurullo // Frontiers in Sustainable Cities. – 2020. – Т. 2. – Urban Artificial Intelligence. – С. 38.
- [12] Nadiryani, S. L. МКУ-MOBILITY AS A SERVICE. DEVELOPMENT PROSPECTS / S. L. Nadiryani, I. N. Kotenkova // International Journal of Advanced Studies. – 2022. – Т. 12. – № 4. – С. 41-51.
- [13] Garikapati, D. Autonomous Vehicles: Evolution of Artificial Intelligence and the Current Industry Landscape / D. Garikapati, S. S. Shetiya // Big Data and Cognitive Computing. – 2024. – Vol. 8. – Autonomous Vehicles. – № 4. – P. 42.
- [14] Kang, K.-D. A Review of Efficient Real-Time Decision Making in the Internet of Things / K.-D. Kang // Technologies. – 2022. – Vol. 10. – № 1. – P. 12.
- [15] Servou, E. Data, AI and governance in МКУ – Leading to sustainable mobility? / E. Servou, F. Behrendt, M. Horst // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. – 2023. – Vol. 19. – P. 100806.

Using artificial intelligence technologies in urban mobility systems

V.N. Tregubov, L.V. Slavnetskova

Abstract — This article presents a theoretical overview and analysis of the use of artificial intelligence technologies in urban passenger transport systems to create an urban transport system based on the principles of mobility as a service. The authors demonstrate the interrelationship of technologies in the subject area of urban mobility management based on the principles of mobility as a service and intelligent mobility in the form of the structure of the conceptual field of artificial intelligence. The main functions and features of using artificial intelligence to solve transport system problems based on the concept of mobility as a service are defined. These functions include route planning, transport selection, route congestion assessment, trip booking, schedule checking and travel time calculation, tracking route changes, and collecting feedback and suggestions. Taking into account the implementation of the identified functions, the authors developed a class diagram for an urban transport information support system and provided a description of the main elements of such a system in the form of a diagram using a unified modeling language. The advantages of implementing artificial intelligence in urban transport systems are analyzed.

Keywords – artificial intelligence, mobility as a service, system, urban mobility system, transport processes, unified modeling language

REFERENCES

- [1] Volkova, A. A. Digital transformation of purchasing logistics / A. A. Volkova, Yu. A. Nikitin, V. A. Plotnikov // Economics and management. – 2022. – T. 28, No. 8. – P. 778-785. – DOI 10.35854/1998-1627-2022-8-778-785. – EDN PAJLIO.
- [2] Galiaskarov E.G. Analysis and design of systems using UML: textbook for universities / E. G. Galiaskarov, A. S. Vorobyov. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2024. - 125 p. / Galiaskarov E.G. – 2024.
- [3] Danilochkina, N. G. Optimization of logistics routes through the use of artificial intelligence technologies / N. G. Danilochkina, A. A. Lysenko // Scientific works of the Free Economic Society of Russia. – 2024. – Vol. 246, No. 2. – Pp. 298-314. – DOI 10.38197/2072-2060-2024-246-2-298-314. – EDN CNNYNI.
- [4] Inyutsina, V. S. Using artificial intelligence to forecast sales in chain retail / V. S. Inyutsina, V. E. Novikov // Logistics and supply chain management. – 2021. – No. 2-3(103). – Pp. 37-43. – EDN VDWOJK.
- [5] Konograi, O. A. Information technologies as a tool for improving the quality of transport services / O. A. Konograi // Economics of sustainable development. - 2023. - No. 1 (53). - P. 173-175. - DOI 10.37124/20799136_2023_1_53_173. - EDN EKJYKT.
- [6] Lychkina, N. N. Application of methods and technologies of artificial intelligence in digital supply chains / N. N. Lychkina // Logistics and supply chain management. - 2020. - No. 4 (99). - P. 23-29. - EDN UNYCLW.
- [7] Makarevich, S. Optimization of urban mobility: potential and limitations of the "mobility as a service" model / S. Makarevich, O. Yanishevsky // Urban research and practices. – 2024. – V. 9, No. 3. – P. 78-94. – DOI 10.17323/usp93202478-94. – EDN OKBEQO.
- [8] Application of artificial intelligence in logistics / N. M. Nilova, A. L. Zolkin, A. I. Pakhomova, A. V. Burakova. – Krasnodar: Novats Publishing House, 2023. – 169 p. – ISBN 978-5-00179-420-2. – EDN HNVYSF.
- [9] Tregubov, V. N. Organization of urban transport based on the concept of "mobility as a service" / V. N. Tregubov // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol. 7, No. 6. – Pp. 73-80. – EDN JNXNRZ.
- [10] Bharadiya, J. Artificial Intelligence in Transportation Systems A Critical Review / J. Bharadiya // American Journal of Computing and Engineering. – 2023. – T. 6. – № 1. – C. 34-45.
- [11] Cugurullo, F. Urban Artificial Intelligence: From Automation to Autonomy in the Smart City / F. Cugurullo // Frontiers in Sustainable Cities. – 2020. – T. 2. – Urban Artificial Intelligence. – C. 38.
- [12] Nadiryan, S. L. MKY-MOBILITY AS A SERVICE. DEVELOPMENT PROSPECTS / S. L. Nadiryan, I. N. Kotenkova // International Journal of Advanced Studies. – 2022. – T. 12. – № 4. – C. 41-51.
- [13] Garikapati, D. Autonomous Vehicles: Evolution of Artificial Intelligence and the Current Industry Landscape / D. Garikapati, S. S. Shetiya // Big Data and Cognitive Computing. – 2024. – Vol. 8. – Autonomous Vehicles. – № 4. – P. 42.
- [14] Kang, K.-D. A Review of Efficient Real-Time Decision Making in the Internet of Things / K.-D. Kang // Technologies. – 2022. – Vol. 10. – № 1. – P. 12.
- [15] Servou, E. Data, AI and governance in MKY – Leading to sustainable mobility? / E. Servou, F. Behrendt, M. Horst // Transportation Research Interdisciplinary Perspectives. – 2023. – Vol. 19. – P. 100806.