



РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)

Научно-техническая библиотека

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

аналитический обзор научной литературы



**Ростов-на-Дону
2023**

Составитель: библиотекарь отдела обслуживания и читальных залов НТБ Г. Л. Демидова

С увеличением количества транспортных средств в мегаполисах остро встает проблема средней скорости движения и загруженности дорог. Многие города мира не первый год стоят в пробках, но лишь немногие из них смогли развязать этот «транспортный узел». Не всегда есть возможность построить новую дорогу или расширить существующую магистраль, поэтому решать проблему загруженных дорог необходимо с помощью современных технологий.

Интеллектуальная транспортная система - ИТС - это система, использующая инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков. Интеллектуальные транспортные системы помогают решить вопрос загруженности дорог за счет эффективного управления светофорными объектами, средствами регулирования и мониторинга дорожного трафика, системами информирования участников движения о ситуации на дорогах.

В предлагаемый обзор литературы «Интеллектуальные транспортные системы» включены: монографии, статьи из сборников трудов ученых, материалы из периодических журналов высших учебных заведений, статьи, опубликованные в научно-технических изданиях, в том числе работы ученых-сотрудников Ростовского государственного университета путей сообщения. Представленный перечень литературы содержит материалы, опубликованные в 2019-2023 годы. Составитель не претендует на исчерпывающее освещение предлагаемой темы.



При поиске информации для обзора использовались электронные библиотечные системы: НЭБ eLIBRARY; ЭБС УМЦ ЖДТ; ЭБС ЮРАЙТ; ЭБС IPR SMART; ЭБС ЛАНЬ; библиотека периодики Public.ru; ЭБ НТБ

РГУПС и фонд научно-технической библиотеки Ростовского государственного университета путей сообщения.

Вопросы, связанные с историей, состоянием и путями развития интеллектуальных транспортных систем, с учетом имеющегося отечественного и зарубежного опыта излагаются в статье «Интеллектуальные транспортные системы: история, состояние и пути развития» [23]. Применение и развитие интеллектуальных транспортных систем, их востребованность в нынешнее время рассматривается в статье «Развитие интеллектуальных транспортных систем» [19].

Программа развития Интеллектуальной транспортной системы



Внедрение инновационных технологий является одним из перспективных и актуальных вопросов в условиях цифровой трансформации и формирования транспортных систем на евразийском пространстве. Тенденции развития ИТС в свете мировых решений рассматривается в статье «Мировые тенденции интеллектуальных транспортных систем» [9]. В данной работе учитывается практический опыт применения интеллектуальных транспортных систем стран СНГ. Направления использования цифровых технологий на евразийском пространстве представлены в работе «Инновационные технологии как инструмент развития транспортных систем в евразийском экономическом союзе» [13].

Анализ особенностей работы транспортных компаний на муниципальном уровне, определение уровней организации работы транспортных систем в регионах, их содержание, проблемы и пути их решения приведены в статье «Ключевые проблемы организации

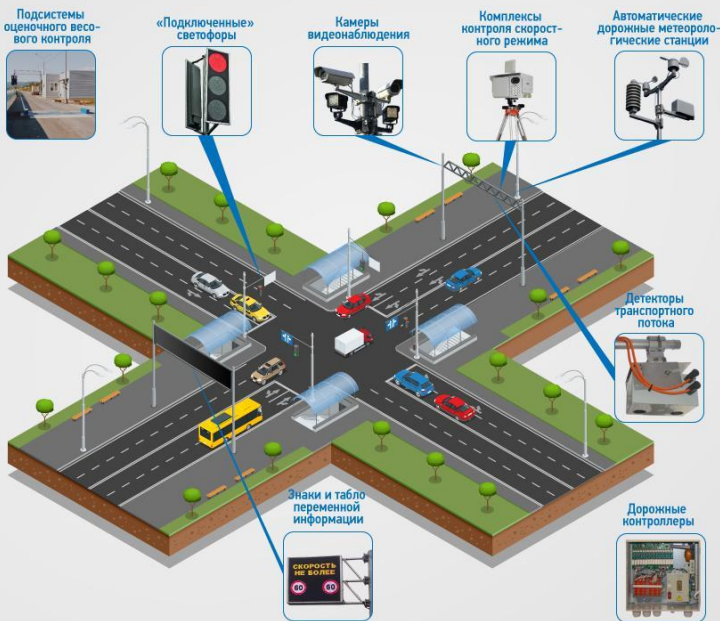
транспортных систем на муниципальном уровне и меры по их оперативной оптимизации» [21]. Авторы рассматривают компании и их продукты, позволяющие решать проблемы муниципальных транспортных систем, выявленные в исследовании. Показаны наиболее оптимальные пути и инструменты решения поставленных проблем, а также показаны методы, наиболее активно внедряемые в практику. В статье раскрывается содержание интеллектуальных транспортных систем как нового типа систем управления. Дается сравнение и различие интеллектуальных транспортных систем с информационными и другими системами. Описываются задачи, решаемые интеллектуальными транспортными системами, показаны их особенности как средства преодоления информационных барьеров.



Информационные технологии в настоящее время являются приоритетными. В предлагаемом «Аналитическом обзоре современных интеллектуальных информационных технологий в технике и на производстве» [4] обобщены и систематизированы различные научные взгляды как отечественных, так и зарубежных ученых-специалистов на проблему применения современных интеллектуальных технологий. Представленные работы охватывают широкий диапазон вопросов и исследований, начиная с обсуждения конкретных практических разработок и завершая фундаментальными исследованиями в области искусственного интеллекта.

Интеллектуальные транспортные системы в России

Состав АСУДД¹



Крупнейшими по количеству подключений элементами АСУДД будут комплексы фото- и видеофиксации и детекторы транспорта.

К 2016 году конкурсы на создание интеллектуальных АСУДД объявили Москва, Санкт-Петербург, Сочи, Казань, Нижний Новгород, Самара, Екатеринбург, Пермь, Челябинск, Самара, Новосибирск, Уфа



Интересный факт

8–9 млн рублей
составила стоимость оснащения одного перекрестка АСУДД в Казани оборудованием SWARCO

1,3–1,5 млрд рублей
составили затраты на остальные светофорные объекты в городе составили

Основные поставщики АСУДД в России

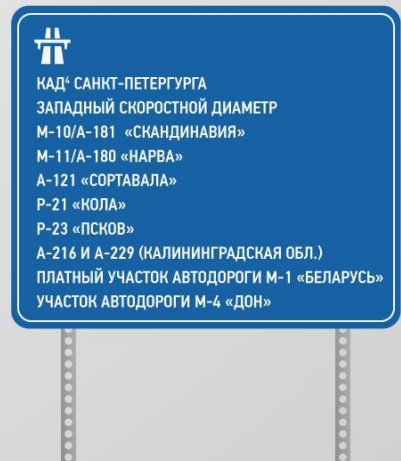
Зарубежные
SWARCO
Telegra
Cross

Российские
РИПАС СПб
Автоматика-Д
Комсигнал
SpaceTeam
ВЗГЛЯД
Спецтехника

Общее количество IoT²-устройств в России в сегменте ИТС, 2010-2020 гг



АСУДД развивается на автодорогах федерального значения



Транспортная модель Москвы

4600
остановок общественного транспорта

190 000
развязок и перекрестков

1 200 000
поворотов

80 000
зданий

>45 000
торговых объектов



Интеллектуальная транспортная система Москвы

>6000
детекторов мониторинга условий ДД⁵

>2000
камер видеонаблюдения

>2000
светофоров

150
информационных табло

850
комплексов фото- и видеофиксации

100 000
контролируемых парковочных мест

>2000
камер видеонаблюдения

RUBEJ
www.ru-bezh.ru

1. Internet of Things (англ.) — интернет вещей. 2. Прогноз. 3. Автоматизированные системы управления дорожным движением. 4. Кольцевая автодорога. 5. Дорожное движение.

Источники:
J'son & Partners Consulting,
ГКУ ЦОДД

Развитие интеллектуальных транспортных систем в России охарактеризовано в работе «Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. Новый этап» [47]. Рассмотрены основные проблемы развития ИТС. Много внимания уделено организационным вопросам, а также выявлены недостатки, такие как отсутствие стратегического видения развития ИТС, отсутствие интеграции элементов ИТС различных уровней и собственников, неразвитость отраслевого бизнеса, нехватка квалифицированных кадров. Даны предложения по решению затронутых вопросов, а также рекомендованы первоочередные мероприятия, необходимые для ускорения развития ИТС в России.



Вопросы использования интеллектуальных транспортных систем при организации дорожного движения обсуждаются в статье «Применение интеллектуальных систем при управлении транспортным процессом» [28]. Предлагаемые технологические решения позволят улучшить работу транспортной инфраструктуры и повысить интенсивность движения. Применение интеллектуальных систем позволит оптимизировать транспортный процесс и повысить его эффективность. Внедрение интеллектуальных транспортных систем облегчает процесс организации дорожного движения и снижает число конфликтных ситуаций на дорогах. Информация о развитии интеллектуальных систем на транспорте на примере мирового опыта с акцентом на ситуацию в России и Республике Казахстан представлена в работе «Тенденции развития интеллектуальных систем на транспорте» [48].

Планирование **транспортной системы** в сети распределения



Интерес к развитию технологий Интернета вещей все более активно проникает в сферу интеллектуальных транспортных систем. «Обзор тенденций развития технологий интернета вещей в интеллектуальных транспортных системах» [50] представлен сотрудниками Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета. Авторы освещают текущую исследовательскую ситуацию, анализируют публикации по теме с точки зрения научных, временных, географических и т. д. аспектов с целью определения перспективных тенденций развития. База публикаций Scopus послужила источником для выборки. Анализ и выборка осуществлялись как в ручном режиме, так и с помощью специального программного обеспечения.

Статистические характеристики исследования применения технологии Интернета вещей в интеллектуальных транспортных системах, полученные в результате анализа, представлены в графическом виде диаграммами различных типов. В результате анализа был сформирован наиболее актуальный набор работ, на основе которых были разработаны классификации перспективных направлений исследований и методы развития интеллектуальных транспортных систем.

Подробно изложенные современные перспективные направления развития смарт-технологий, которые связаны с развитием искусственного интеллекта, рассмотрены в статье «Современный потенциал развития смарт-

технологий и интеллектуальных систем» [36]. Дана характеристика для каждого направления и указан потенциал его дальнейшего развития.



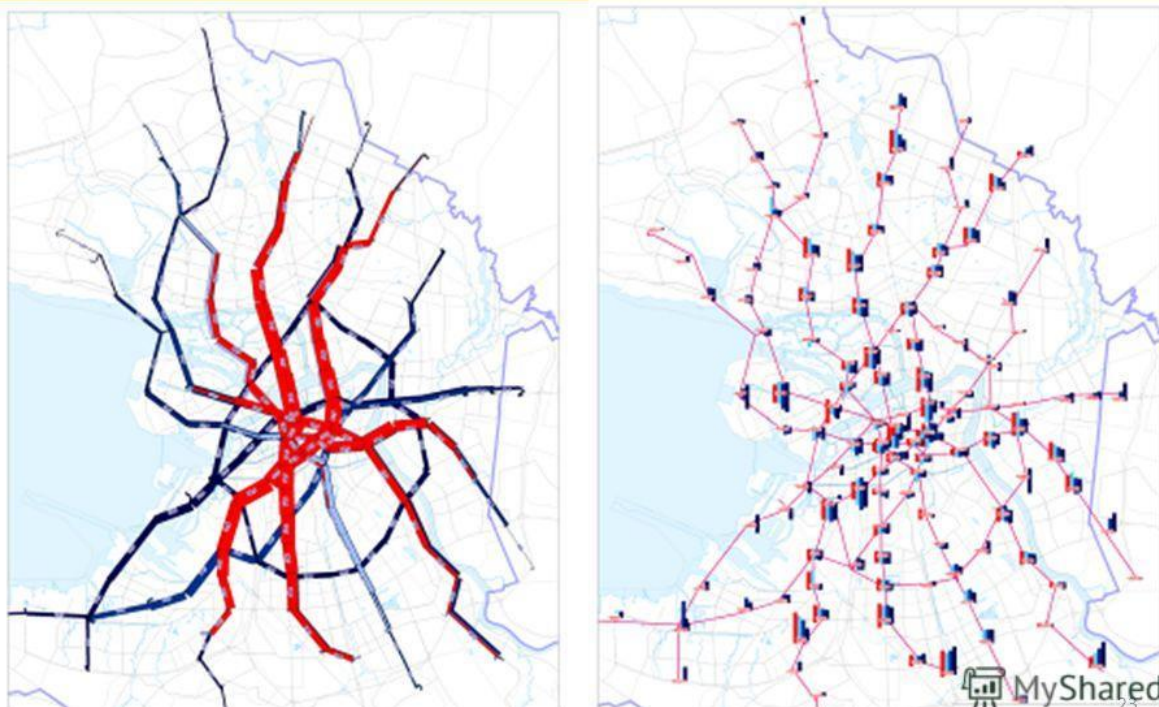
Мышление человека основывается на нейронах мозга, а мышление искусственного интеллекта (ИИ) базируется на нейронных сетях. В монографии «Теория и практика разработки методов, алгоритмов и устройств обучения искусственных нейронных сетей» [52] автор, сотрудник РГУПС А.Н. Цуриков рассматривает технологии разработки, моделирования и обучения искусственных нейронных сетей. Описана теория нейросетей и проведен анализ принципов обучения, их преимуществ и недостатков. Приведено описание современных программных средств моделирования нейронных сетей – программ-нейропакетов. Имеется пример успешного использования предложенного метода при решении актуальной задачи с помощью программного приложения.

Авторы следующей статьи «Системный анализ проблем моделирования и оптимизации интеллектуальных транспортных систем» [45] провели системный анализ проблем моделирования и оптимизации транспортных потоков в среде интеллектуальной транспортной системы на основе имеющейся информации о существующей интенсивности дорожного движения. Описываются алгоритмы моделирования и оптимизации транспортных потоков для управления функционированием транспортного комплекса, мониторинга характеристик улично-дорожной сети на примере пересечения двух бульваров города Йошкар-Ола Республики Марий Эл. При

моделировании ИТС необходим правильный выбор программного обеспечения. В статье «Программное обеспечение для моделирования интеллектуальных транспортных систем» [44] рассматривается программное обеспечение (ПО), позволяющее моделировать интеллектуальные транспортные системы. Применение данного ПО позволяет осуществлять анализ транспортных систем различных уровней сложности, а также создавать модели сложных транспортных систем еще на стадии планирования строительства и решать сложные задачи по осуществлению процесса движения транспорта с учетом движения общественного транспорта и пешеходов.

Математические модели формирования и распределения потоков на транспортной сети

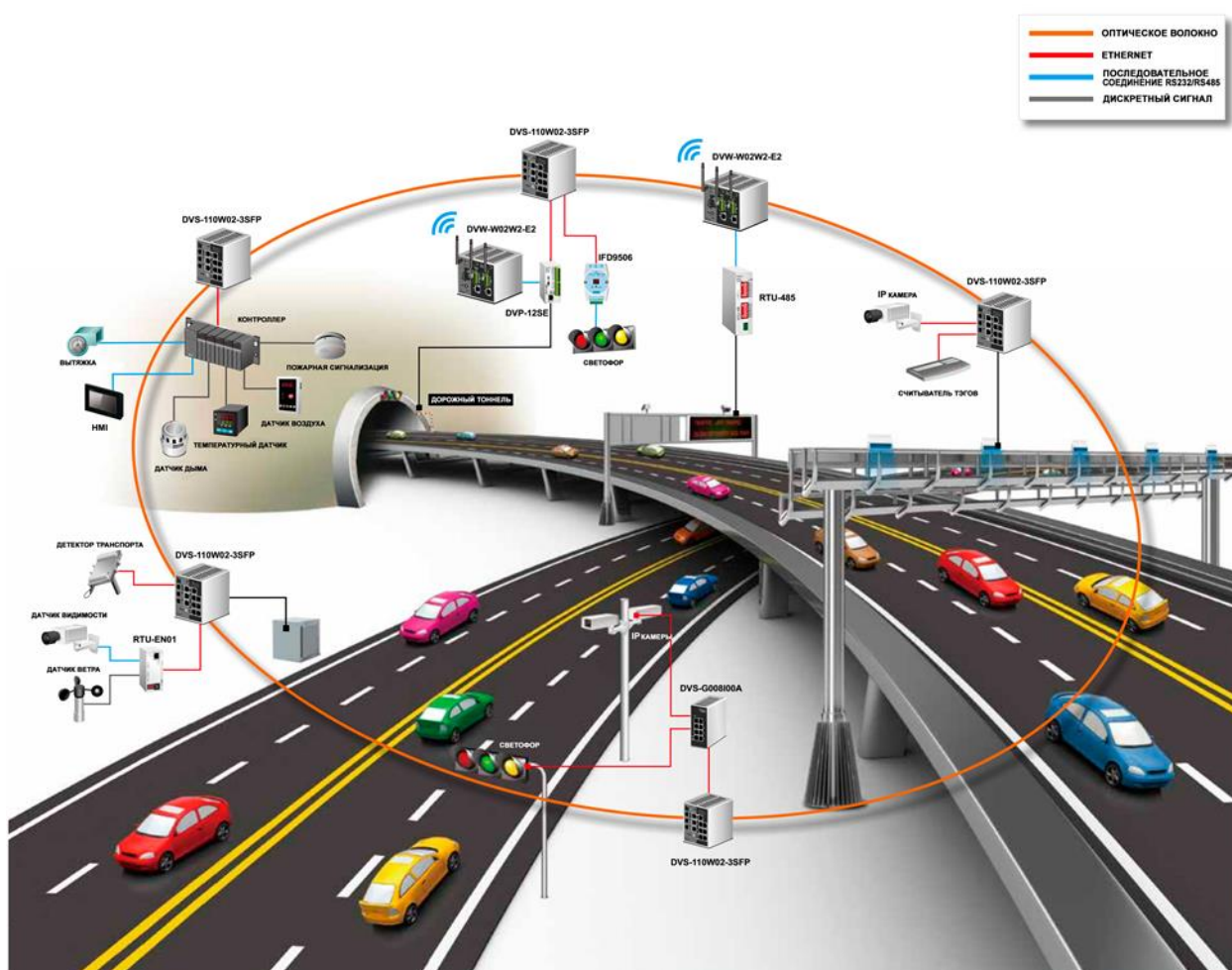
Mathematical models of formation and distribution of flows on the transport network



Интеллектуализация дорожно-транспортной системы городов позволяет решать транспортные проблемы в области организации дорожного движения, а создание Единой интеллектуальной транспортной системы на уровне страны позволит проводить мониторинг транспортных ситуаций на улично-дорожных сетях в режиме реального времени, принимать необходимые управленческие решения, а также даст возможность участникам транспортного процесса в любой точке страны использовать сервисы ИТС. В работе «Оценка уровня интеллектуализации дорожно-транспортной системы» [8] анализируется динамика изменения аварийности в городе Саратов и Саратовской области. Представлена структура развития и взаимодействие составляющих ИТС. Рассмотрен процесс поэтапного внедрения единой платформы управления транспортной системой, которая

способствует повышению уровня интеллектуализации дорожно-транспортной системы.

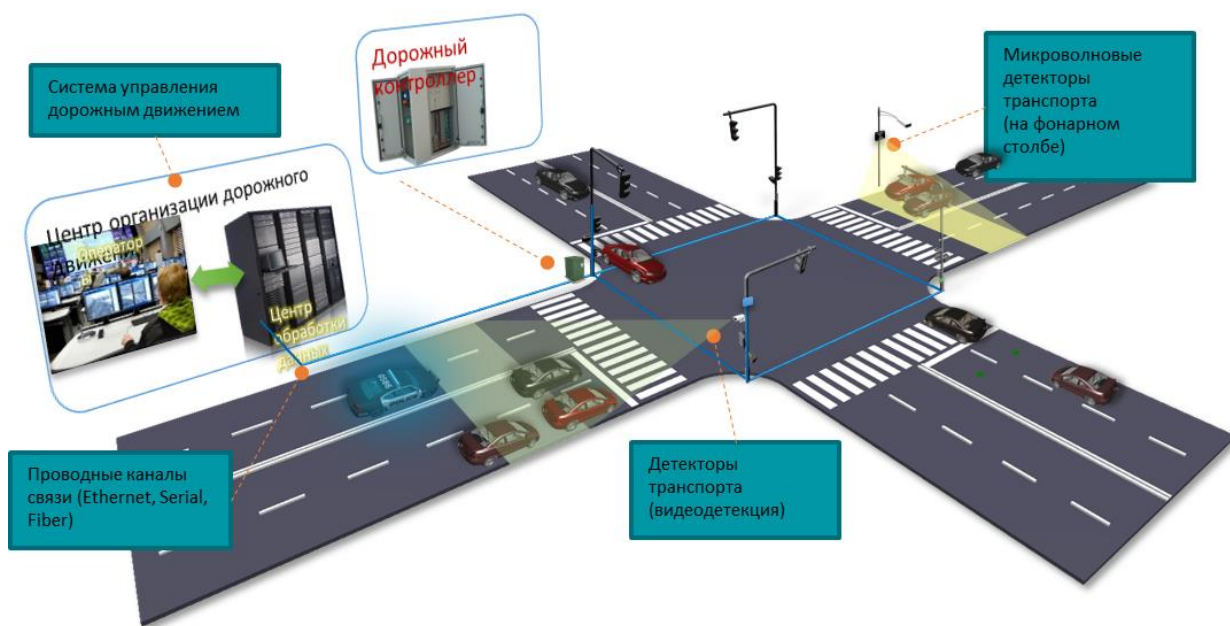
Интеллектуальные транспортные системы внедряются на всё большем и большем количестве дорог в России и в мире. Эти системы способны значительно облегчить и оптимизировать трафик как городского, так и междугороднего транспорта. Подобные цели требуют решения большого количества теоретических и практических задач. Предлагаемая статья «Мировой и российский опыт применения интеллектуальных транспортных систем» [39] является обзорной и делится на две части. В первой части в общих чертах рассказано об ИТС с точки зрения теории. Различные функции и задачи, которые нужно решать при разработке интеллектуальных транспортных систем, вынесены в большие функциональные блоки. В первой части статьи дано краткое описание каждого блока, его состав и функции. Вторая же часть полностью посвящена практическому опыту применения ИТС как в зарубежных странах, так и в Российской Федерации.



Эффектам внедрения интеллектуальных транспортных систем в управление транспортными потоками различных моделей посвящена статья «Моделирование транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах» [1]. Использование ИТС дает возможность получать достоверные данные о параметрах транспортного потока. В работе «Использование

интеллектуальных транспортных систем для повышения качества организации дорожного движения» [25] авторы рассматривают оптимальную модель, алгоритм, схему организации дорожного движения. В статье представлены статистические значения об аварийности, основанные на распределении Пуассона, также использован метод Монте-Карло для нахождения функции распределения. Вероятности гипотез возникновения ДТП основаны на формуле Байеса. Графически в логарифмическом масштабе представлено сравнение рассчитанных теоретических частот.

Примеры использования ИТС в различных странах приводятся в статье «Совершенствование организации дорожного движения посредством применения интеллектуальных транспортных систем» [32]. Рассмотрены изменения управления транспортными потоками, методы снижения задержек, времени в пути, а также возможности улучшения экологической обстановки. Представлена система «Авто-Интеллект», применяемая на территории Российской Федерации. На примере города Белгорода предложена методика использования ИТС, посредством запрета на въезд в город автомобилей с учетом определенных государственных номерных знаков.



Согласно долгосрочному прогнозу социально экономического развития России до 2030 года выделен ряд критических технологий, которые требуют развития. Решение проблем по стратегическим направлениям призвано мобилизовать усилия научно-производственного потенциала страны и обеспечить технологический прорыв. Развитие Интеллектуальных систем является одним из средств для технологического прорыва. ИТС создаются для решения социально-экономических проблем транспортного комплекса: повышение скорости перемещения людей и грузов, безопасности на транспорте, экологичности транспорта, внедрение национальных разработок и продвижение их за рубеж. В статье «Технологии создания

высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта» [6] рассматриваются современные уже существующие технологии интеллектуальных транспортных систем и возможности их дальнейшего развития, так же выделяются свойства, которые необходимы для развития интеллектуальных систем в транспортной отрасли в будущем. Авторами работы «Развитие транспортной системы территорий» [22] проведен анализ задач пассажирских перевозок в российских регионах и муниципалитетах, в рамках которого выделен ряд ключевых аспектов, влияющих на успешность решения в целом проблемы управления транспортными потоками, за счет комплексного применения автоматизации и анализа больших данных в реальном режиме времени, позволяющих решить сложившиеся проблемы перевозок.

Формирование системы документов в сфере территориального транспортного планирования и организации дорожного движения в городах

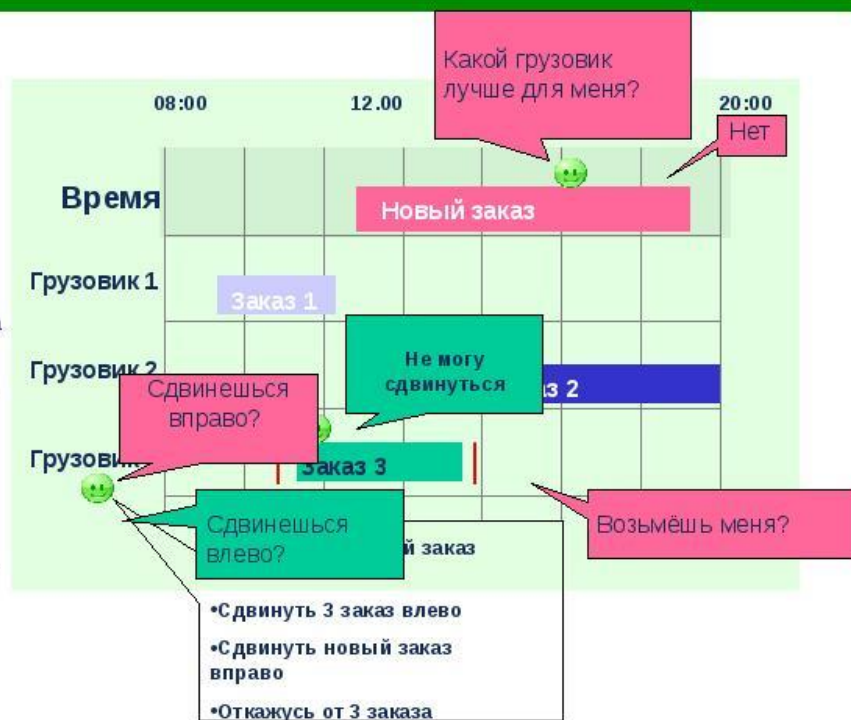


Комплекс мер и подходов, направленных на устранение заторовых явлений и повышение качества городской среды авторами рассматривается в следующей статье «О развитии интеллектуальных транспортных систем при управлении транспортом городских агломераций» [29] С каждым годом процесс управления транспортом в городах становится сложнее. Рост городов, концентрация информационных, людских, финансовых потоков создают новые вызовы перед транспортной системой. Автор в статье «Цифровые технологии в управлении мобильностью городов России» [37] рассматривает новейшие технологии цифровой трансформации транспорта.

Оригинальный подход, реализующий возможности применения средств мультиагентных технологий в интересах моделирования процессов функционирования интегрированной информационной системы транспортной логистики изложен в статье «Применение интеллектуальных агентов при моделировании интегрированной информационной системы транспортной логистики» [24]. Дана характеристика модели класса интеллектуального агента, являющегося базовым для решения задач управления транспортно-технологическими процессами. Рассмотрены процедуры функционирования модели интеграции информационных ресурсов участников рынка транспортных услуг на основе интеллектуальных агентов. Представленные процедуры обеспечивают широкий круг операций сетевого взаимодействия в цепях поставок, в том числе «гибкое» управление трафиком и структурой сети, взаимный обмен содержательной и служебной информацией, а также их распределенную обработку, обеспечение информационной безопасности.

Логика мультиагентного планирования

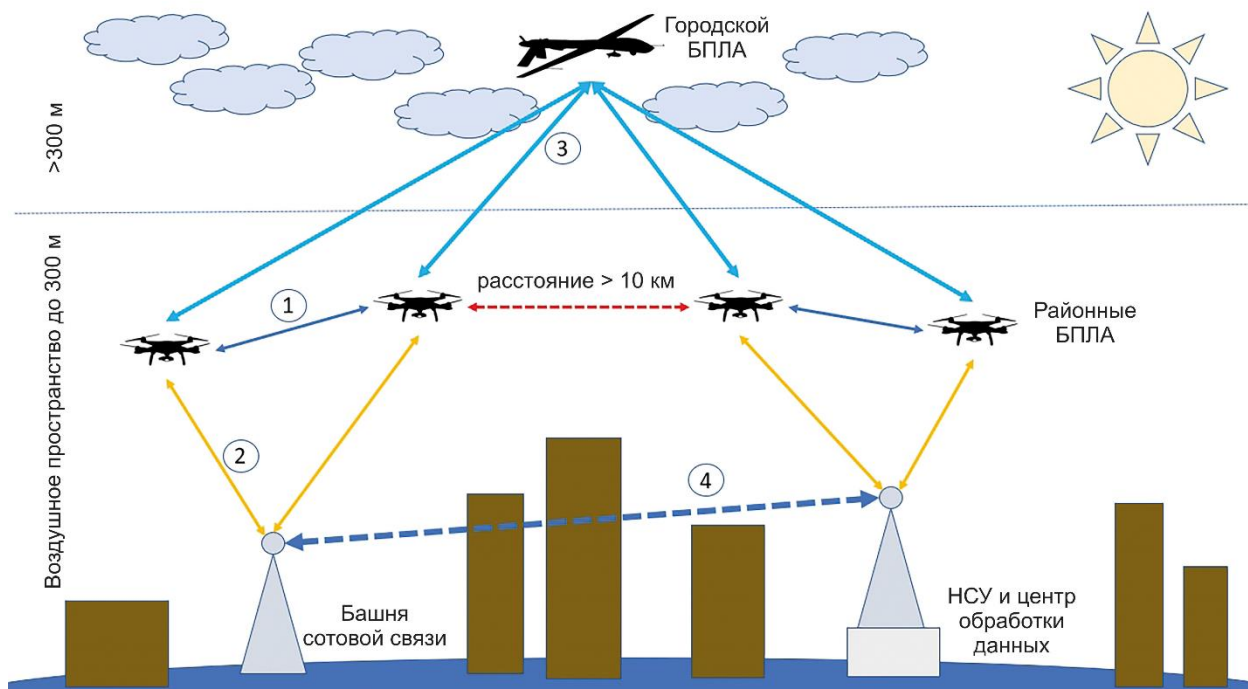
- Есть начальное расписание
- Поступает новый заказ
- Предварительный просмотр
- Новый заказ «будит» агента Грузовика 3 и начинает с ним переговоры
- Грузовик 3 оценивает возможность принятия заказа
- Грузовик 3 «будит» агента Заказа 3 и просит его сдвинуться влево
- Заказ 3 анализирует ситуацию и отказывается
- Грузовик 3 просит новый заказ сдвинуться вправо
- Новый заказ отказывается
- Грузовик 3 решает отказаться от Заказа 3 и взять новый заказ
- Заказ 3 начинает переговоры о новом перевозчике и затем размещается на Грузовике 1 путем сдвига Заказа 1



В сборнике научных трудов Всероссийской национальной научно-практической конференции Наука-2020 «Современное развитие науки и техники» опубликована статья «Разработка интеллектуальной информационной системы виртуального 3D-ассистента с универсальным пользовательским доступом» [42]. В работе предлагается новая концепция ИИ помощника, рассматриваемая относительно предоставления консультационных услуг клиенту в рамках сферы консультативной работы.

Представлена общая концепция виртуального 3D-ассистента и исследована интеллектуальная информационная система, которая предполагает наличие искусственного интеллекта для организации возможности универсального доступа. Рассмотрен программный комплекс для этой системы, и определены лидирующие технологические решения его представления.

Использование беспилотных летательных аппаратов для мониторинга инфраструктуры в составе интеллектуальной транспортной системы требует разработки законов управления. В статье «Синтез квазиоптимального закона управления на основе построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм в составе интеллектуальной транспортной системы» [3], которая опубликована в журнале Вестник РГУПС, сотрудники нашего университета установили структуру закона управления на основе редукции задачи Лагранжа к изопериметрической задаче с использованием асинхронного варьирования и построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм. Синтезирующая функция для линии переключения построена в соответствии с принципом освобождаемости и анализа скобок Пуассона, что позволяет учитывать динамические свойства управляемой системы для построения квазиоптимального управления. Анализ результатов моделирования показывает, что синтезированный квазиоптимальный закон управления нелинейной динамической системой с несколькими степенями свободы позволяет получить выигрыш по показателю быстродействия.

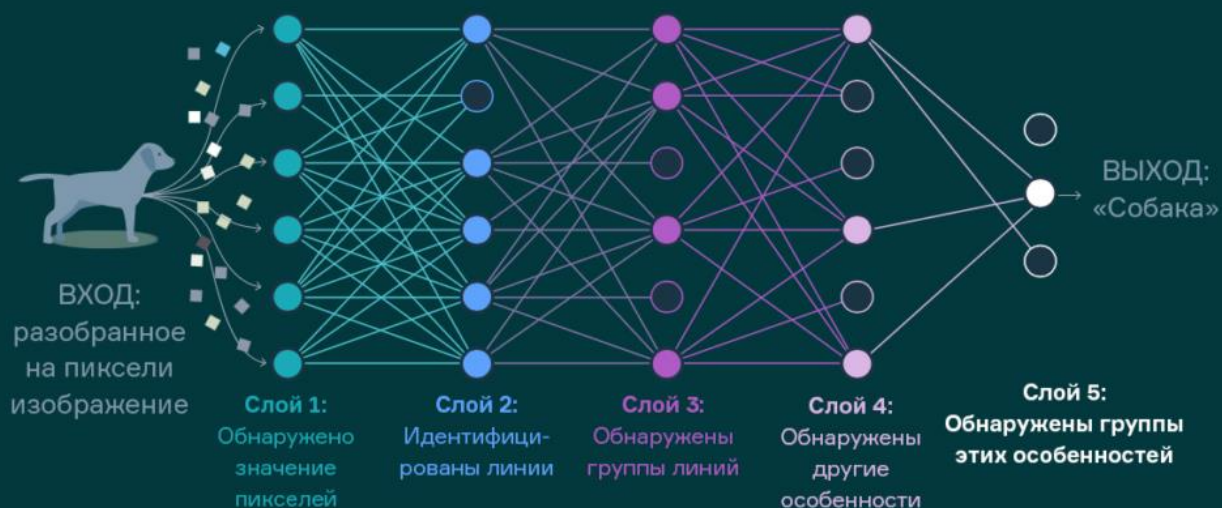


Существующие бортовые системы обработки измерительной информации не всегда способны обеспечивать необходимую точность оценки параметров ориентации беспилотных летательных аппаратов. Погрешности обусловлены как систематическими и случайными ошибками

самих датчиков ориентации, так и использованием кинематических моделей движения в основе алгоритмов фильтрации, что не позволяет эффективно учитывать непредсказуемые воздействия внешних сил на объект управления. Авторы, ученые РГУПС в статье «Синтез адаптивных алгоритмов оценки ориентации беспилотных транспортных средств с использованием интеллектуального нейросетевого идентификатора» [31] рассмотрели возможность построения нейросетевых адаптивных алгоритмов оценки параметров динамических систем. Предлагаемая в работе адаптивная модель движения с интеллектуальной нейросетевой идентификацией параметра адаптации в составе фильтра оценки ориентации беспилотных транспортных средств позволяет повысить точность оценки в сравнении с классическим фильтром Калмана. Эффективность предлагаемого подхода подтверждается проведенным сравнительным анализом результатов численного моделирования процесса оценки угла крена макета беспилотного летательного аппарата.

Восприятие в нейросетях

Нейросети передают входную информацию (изображение) через слои цифровых нейронов. Каждый слой совершает операцию «математической свертки» информации — она позволяет обнаружить различные характеристики входного сигнала. Чем больше слоев между входом и выходом, тем глубже нейросеть.



Исследования показывают, что глубокие нейросети часто работают лучше, когда на ранних слоях определяются самые примитивные особенности изображения, и чем глубже слой — тем сложнее распознаваемые им особенности. Человеческий мозг работает так же.

Объектом статьи «Системное моделирование комплекса услуг в транспортном сервисе в рамках общей теории транспорта (Транспортологии)» [15] является сервис на транспорте. Научная новизна статьи связана с развитием методов моделирования в транспортной сервисологии. Целью настоящей статьи является формирование методических положений системного моделирования. Исследуются положения транспортной сервисологии. В качестве методов исследования применяются сравнительный анализ, синтез, моделирование, системный подход. Предлагаются методы классификации, прогнозирования, позиционирования, стандартизации. Создана практическая методика проектирования и оценки качества услуг на основе методов их моделирования.



Проблемы внедрения интеллектуальных транспортных систем в современные мегаполисы определены развитием цифровых технологий, а также бурным развитием городских агломераций в России. Анализируя российский и зарубежный опыт внедрения интеллектуальных транспортных систем, авторы обосновывают преимущества ИТС в управлении городским пассажирским транспортом в статье «Преимущества внедрения интеллектуальных транспортных систем в городскую среду» [2]. Эффекты от внедрения цифровизации транспортной отрасли соответствуют парадигме устойчивого развития. Тем не менее, достижение социально экономических

эффектов при использовании интеллектуальных транспортных систем требует информационного сопровождения на этапе их внедрения из-за неготовности пользователей менять модель своего повседневного поведения. Об этом идет речь в статье «Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем» [5].

В работе «Актуальные вопросы правового регулирования при внедрении цифровых технологий в интеллектуальные транспортные системы» [46] показана возможность перехода от управления процессами в статистическом смысле к управлению по фактическому состоянию, т.е. к управлению процессом в реальном масштабе времени. Вводится понятие функциональной управляемости технологическими процессами. Приводится анализ обобщенной структурной схемы системы управления технологическим процессом как технически сложной системой. Приведена формализация целей управления технологическим процессом, позволяющая в дальнейшем сформировать задачи управления и типовые схемы управления характерными технологическими операциями. Показано, что особое значение приведенные теоретические положения приобретают при наступившем в настоящее время переходе от аналогового управления технологическим процессом к цифровому.

Программа развития Интеллектуальной транспортной системы



В следующих статьях ученых, сотрудников РГУПС, зарубежный опыт ИТС освещается в работе «Применение интеллектуальных транспортных систем» [17]. Авторами проанализировано понятие «Интеллектуальная транспортная система». Рассмотрены примеры внедрения ИТС в

экономически развитых странах. Обоснование сущности и специфики разработок в сфере интеллектуальных транспортных систем представлены в работе «Предложения по разработке бесконтактных доставок на основе интеллектуальных транспортных систем» [16]. В рамках внедрения в деятельность интеллектуальных транспортных систем ученые опираются на рассмотрение профильных литературных источников по направлению взаимодействия логистических процессов и достижений цифровизации в России и за рубежом. В статье рассматриваются результаты эмпирических исследований сложившейся практики внедрения в деятельность логистических интеллектуальных транспортных систем. В материалах международной научно-практической конференции «Технологические инициативы в достижении целей устойчивого развития» опубликована статья доцента кафедры Логистика и управление транспортными системами нашего университета «Современные интеллектуальные транспортные системы городов» [18].



Понятие информационных транспортных систем, их применение, «цифровая экономика» и ее связь с развитием железнодорожного транспорта рассматривается в статье «От цифровой экономики к цифровой железной дороге. Цифровая экономика и пути ее развития» [35]. В статье «О подходе к интеллектуальной поддержке принятия групповых решений в инфраструктуре управления железнодорожным транспортом» [10] сформулирована проблема формализации принятия групповых решений в инфраструктуре управления железнодорожным транспортом.

Проанализирован типовой процесс принятия групповых решений. На основе данного анализа предложен подход к интеллектуальному принятию решений на основе динамической процедуры установления консенсуса экспертов.

Появление большого числа транспортных пересадочных узлов, изменение конфигурации транспортной системы мегаполиса приводит к увеличению и изменению пассажиропотоков, использующих рельсовый транспорт, что влияет на его функционирование и требует учета при создании и организации работы интеллектуальной системы управления городскими рельсовыми транспортными системами. Анализ опыта исследования пассажиропотоков позволит создать новые алгоритмы прогнозирования пассажиропотоков с использованием современных технологий агентного моделирования и технического зрения. В статье рассмотрена модель стоянки транспортных средств, позволяющая учесть факторы, влияющие на длительность стоянки: пассажиропоток, время незанятости платформы, количество перевозимых пассажиров, количество вагонов в составе поезда. В статье «Подходы к моделированию пассажиропотоков в рамках функционирования интеллектуальной системы управления городскими рельсовыми транспортными системами» [7] разработаны структурная и математическая модели пассажиропотоков транспортно-пересадочного узла, предназначенные для исследования динамики интеллектуальной системы управления городскими рельсовыми транспортными системами.



Сфера городского рельсового пассажирского транспорта, является неотъемлемой частью будущего «умного» города. Статья «Готовность городского рельсового пассажирского транспорта к цифровизации» [11] посвящена исследованию проблем, связанных с процессами внедрения

цифровизации в систему трамвайного транспорта и метрополитена. Целью исследования является совершенствование существующей транспортной системы городского рельсового пассажирского транспорта для её дальнейшей цифровой трансформации. В представленной работе были использованы теоретические, аналитические и эмпирические методы исследования, глубину проработки которых отражает не только использование источников научной литературы, действующих нормативных правовых актов и материалов периодических информационных изданий, но и обзор официальных статистических данных и аналитических исследований.

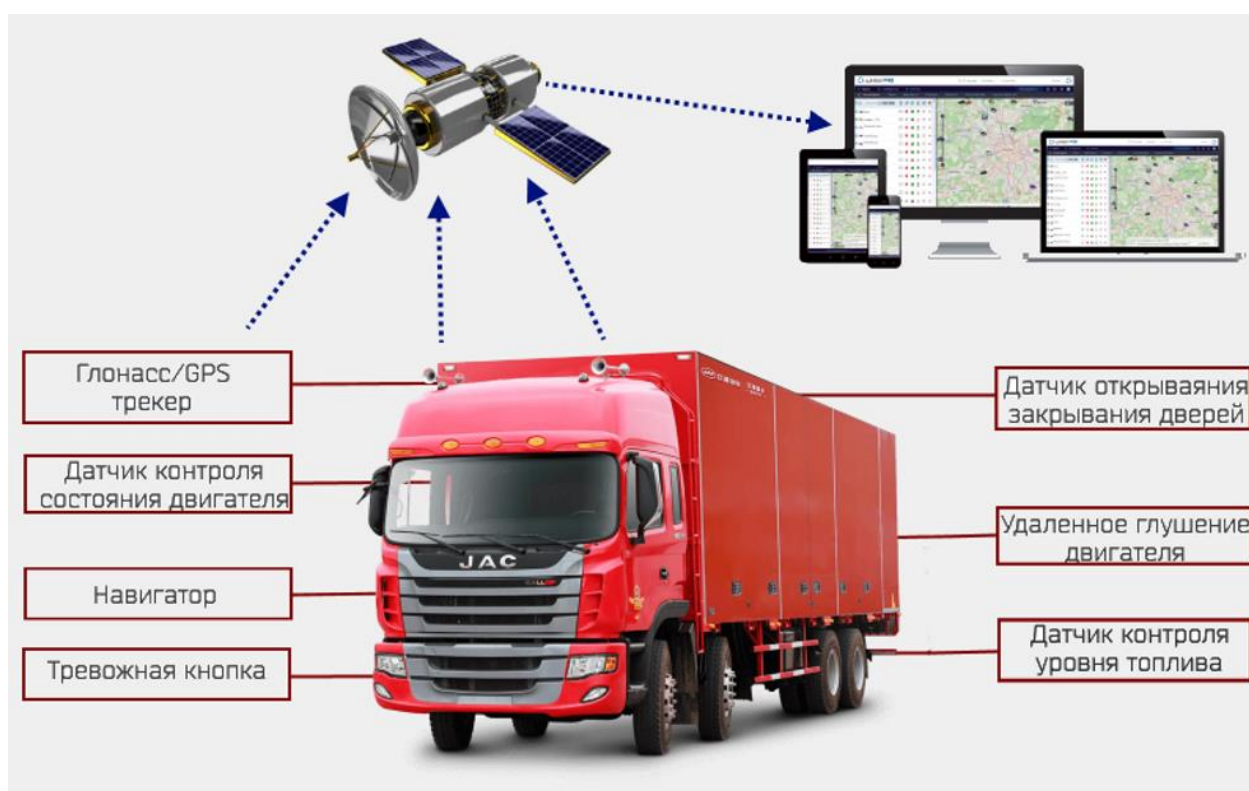
Работа «Сравнительный анализ архитектур систем управления транспортными системами» [30] посвящена сравнительному анализу архитектур систем управления городскими рельсовыми транспортными системами. Последовательно рассмотрены сильные/слабые возможности и сильные/слабые угрозы, соответственно, для: централизованной системы управления, децентрализованной системы управления, распределенной системы управления и автономной системы управления. Представлен анализ систем управления с помощью матричной модели возможностей Маккинзи.

		Позиции компании		
		Сильные	Средние	Слабые
Привлекательность рынка	Высокая	Защита позиций	Инвестиции в расширение	Избирательное расширение
	Средняя	Избирательное расширение производства	Избирательность и управление доходностью	Ограниченное расширение или «сбор урожая»
	Низкая	Защита и переориентация	Управление доходностью	Уход с рынка

Проблема высокого уровня загруженности автомобильных магистралей актуальна для большинства крупных городов нашей страны. Вызванные этим обстоятельством негативные тенденции отрицательно отражаются на экономическом развитии городских территорий, ведут к снижению

мобильности населения, служат причинами возникновения пробок на улицах городов и ухудшению экологической ситуации. В следующей работе «Применение телематических систем на автомобильном транспорте» [55] представлен аналитический обзор применения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте, рассматриваются их основные задачи и возможность использования в решении транспортных проблем городских агломераций. Внедрение искусственного интеллекта при организации дорожного движения положительно скажется на интенсивности транспортного потока в городских условиях и обеспечит повышение уровня безопасности перевозки грузов и пассажиров, а также приведет к снижению негативного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду.

Основные интеллектуальные транспортные системы, используемые в автомобильно-дорожном комплексе авторы рассматривают в статье «Интеллектуальные транспортные системы, применяемые при перевозке грузов автомобильным транспортом» [51]. Учитывая накопленный в стране опыт построения разрозненных информационных систем на транспорте, которые решают ограниченные технологические проблемы, сегодня необходимо сформировать единую государственную стратегию, определяющую правила развития сферы государственного контроля, технического регулирования, ускорить развитие рынка этих технологий как части единого программного комплекса, объединяющего деятельность на транспорте.



На основе обобщенного анализа процессов дорожного движения на автомобильных дорогах России обоснован ряд мероприятий по достижению

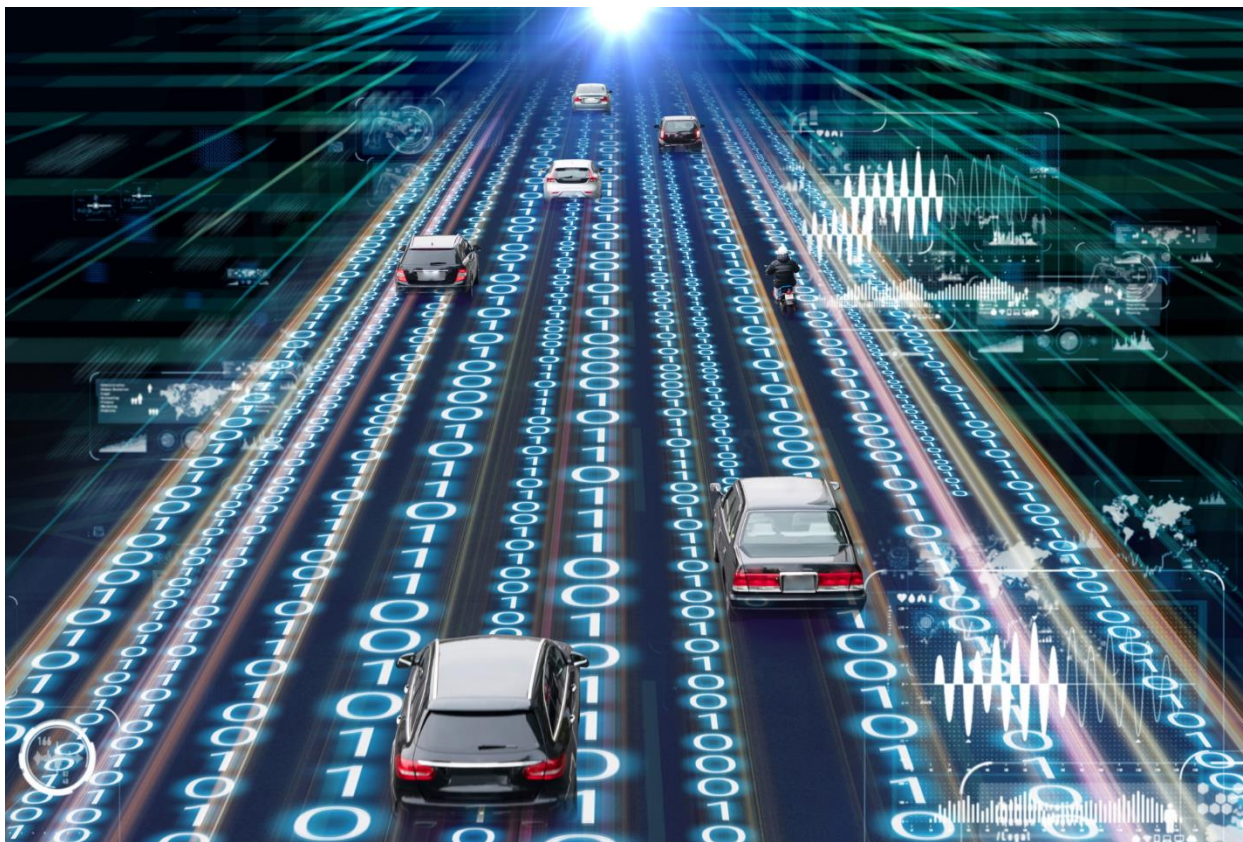
максимального уровня автоматизации и решения растущих транспортных потребностей по разработке интеллектуальных транспортных систем. Об этом статья «Концепция внедрения интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах» [53]

Возможность применения интеллектуальных транспортных систем для снижения уровня загруженности автомобильных дорог, увеличения их пропускной способности, оптимизации использования автомобильного транспорта и повышения доступности услуг транспортного комплекса рассматривается в статье «К вопросу внедрения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте» [27]. Развитие интеллектуальных систем на автомобильном транспорте значительно снизит затраты при транспортировке грузов и приведет к сокращению времени поездок за счет реализации адаптивного управления светофорами.

В следующих статьях «ИТС в области обеспечения пассажирских перевозок» [26] и «Информационное обеспечение пассажирских перевозок» [49] представлены основные интеллектуальные транспортные системы, при использовании которых повышается уровень безопасности на дорогах, улучшается качество обслуживания населения, комфортность перевозочного процесса. Описаны ИТС, которые получили распространение на пассажирском транспорте в городе Орле.



Возможности применение технологий Big Data в сфере организации дорожного движения и повышения эффективности использования автомобильного транспорта рассматриваются в работе «Применение Big Data при организации автомобильных перевозок» [38].

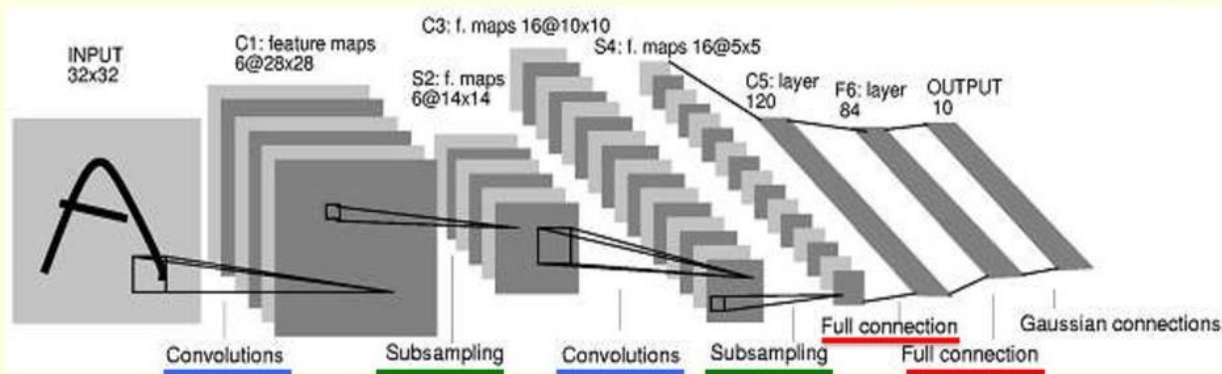


Во многих крупных городах нашей страны отмечается снижение эффективности дорожного движения, которое является следствием резкого роста автомобильного парка за последние годы при низких темпах строительства новых и реконструкции существующих объектов транспортной инфраструктуры. В статье «Обзор применения телекоммуникационных систем для повышения эффективности дорожного движения» [41] рассматривается возможность повышения пропускной способности автомобильных дорог за счет внедрения в процесс управления дорожным движением интеллектуальных транспортных систем. Применение ИТС позволяет оптимизировать транспортный поток с помощью различных управляемых систем и делать дорожные сигналы более динамичными, чтобы приспособиться к изменяющейся плотности движения в дорожной сети. Представленный обзор методов определения трафика в автоматическом режиме позволяет сделать вывод об эффективности применения ИТС в качестве современного инструмента улучшения дорожного движения.

Транспортный сектор является одним из основных источников выбросов вредных веществ в атмосферу в крупных густонаселенных городах. Твердые частицы из выхлопных газов автомобилей оказывают сильное воздействие на здоровье человека. Для анализа выбросов выхлопных газов,

создаваемых потоками транспортных средств, необходимо использовать специализированные модели выбросов, поскольку невозможно оснастить большую часть дорог специальными устройствами по их измерению. Используемые в настоящее время модели выбросов могут быть неадекватны по отношению к исследуемой конструкции транспортного средства (например, к гибридным транспортным средствам) или могут быть неточными из-за используемого макромасштабирования. В статье «Модель оценки количества и концентрации мелкодисперсионных выбросов вредных веществ от автотранспорта на основе нейросетевых алгоритмов» [40] представлена модель непрерывного мониторинга взвешенных частиц PM_{2,5} от автотранспорта в режиме реального времени при текущем состоянии дорожного трафика и метеоусловий. Эта модель построена на основе обучения сверточной нейронной сети YOLOv4, которая обеспечивает непрерывный сбор и наполнение базы больших данных о параметрах дорожного трафика с учетом особенностей транспортной инфраструктуры. На основе больших данных производится расчет концентрации взвешенных веществ в атмосфере и их рассеивание.

Архитектура типовой сверточной нейронной сети



Ключевым моментом в понимании сверточных нейронных сетей является понятие так называемых «разделяемых» весов, т.е. часть нейронов некоторого рассматриваемого слоя нейронной сети может использовать одни и те же весовые коэффициенты. Нейроны, использующие одни и те же веса, объединяются в карты признаков (**feature maps**), а каждый нейрон карты признаков связан с частью нейронов предыдущего слоя. При вычислении сети получается, что каждый нейрон выполняет свертку (операцию конволюции) некоторой области предыдущего слоя (определяемой множеством нейронов, связанных с данным нейроном). Слои нейронной сети, построенные описанным образом, называются сверточными слоями.

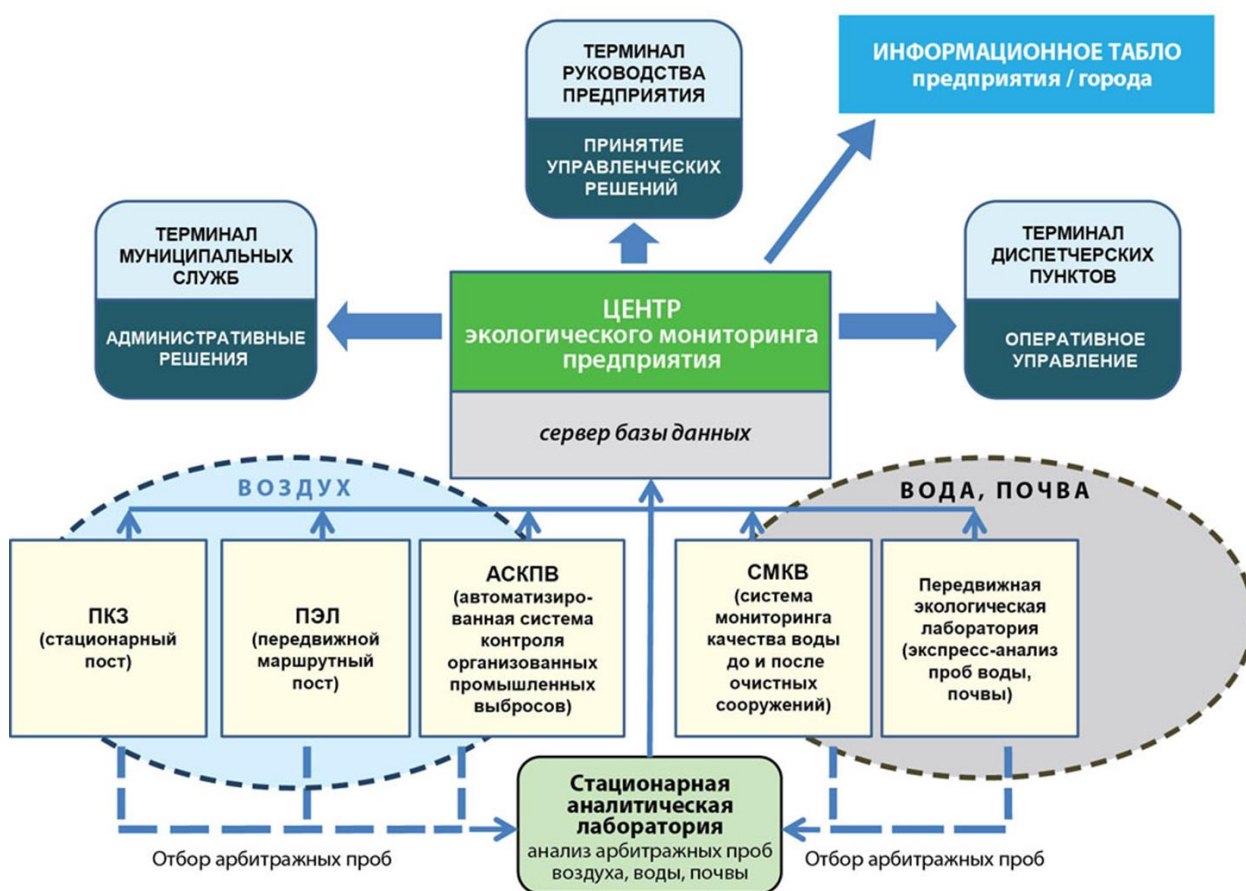
Помимо, **сверточных слоев** в CNN могут быть **слои подвыборки** (выполняющие функции уменьшения размерности пространства карт признаков) и **полносвязные слои** (выходной слой, как правило, всегда полносвязный). Все три вида слоев могут чередоваться в произвольном порядке, что позволяет составлять карты признаков из карт признаков, а это на практике означает способность распознавания сложных иерархий признаков.

Отношение к экологии на транспортных магистралях и влияние выбросов вредных веществ на здоровье человека раскрыты в статье

«Интеллектуальные транспортные системы и контроль воздействия транспортных выбросов на окружающую среду и здоровье населения» [33]. По мнению автора, информационная технология включает систему поддержки принятия решения, которая, на основе обработки информации системы инструментального мониторинга дорожного движения и загрязнения воздуха и системы имитационных расчетных моделей движения автотранспортных потоков, распространения выбросов в атмосфере, оценки риска здоровью населения формирует в реальном режиме времени рекомендации по адаптивному управлению трафиком. Эффективность «экологического» блока системы продемонстрирована на примере ретроспективной оценки и ближнесрочного прогнозирования загрязнения воздуха и обусловленного им риска здоровью вблизи одной из высоко загруженных транзитных магистралей Санкт-Петербурга - Проспекта Славы.

Авторы в статье «К вопросу о разработке теоретических основ экологической подсистемы ИТС» [34] описывают общие теоретические представления о разработке экологической подсистемы ИТС и комплекса методов обработки Больших данных на инфраструктурных транспортных объектах. Технология продемонстрирована на примере управления дорожным движением.

Структурная схема системы



Применение интеллектуальных транспортных систем в организации движения транспортных средств и методы предупреждения ДТП на основе ИТС рассматриваются в статье «Интеллектуальные транспортные системы в организации безопасности движения» [14].

Количество транспортных средств увеличивается, регистрация данных становится важной частью транспортной системы поэтому на транспортную инфраструктуру возможны кибератаки. Возрастает необходимость обеспечения безопасности интеллектуальных транспортных систем (ИТС) для индивидуальных транспортных средств и общественного транспорта. Безопасность этих систем имеет решающее значение для безопасной и эффективной транспортной деятельности. В интеллектуальную транспортную систему могут быть внедрены решения для устранения уязвимостей систем, преодоления внешних угроз системам и снижение рисков атак, с которыми могут столкнуться ИТС. Одним из таких решений является создание защищенных виртуальных сетей. Их применение рассматривается в статье «Использование виртуальных сетей в информационном пространстве ИТС» [12].

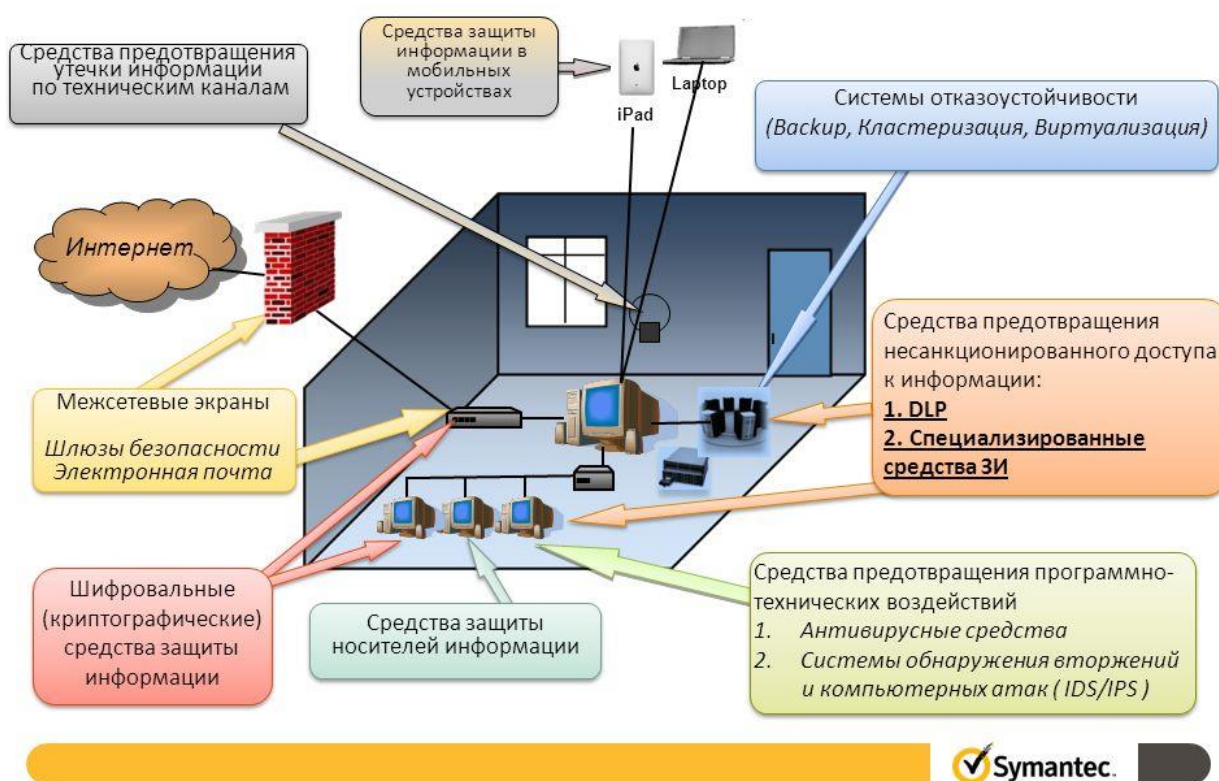


«Применение технологий искусственного интеллекта и теории поддержки принятия решений в задачах информационной безопасности» [43] - монография, в которой представлены проекты решения и компьютерной реализации задач информационной безопасности и защиты данных с применением технологий искусственного интеллекта и методов поддержки принятия решений, поднимаются вопросы применения интеллектуальных технологий в кибербезопасности информационных систем.

В работе «Использование неточных вероятностных моделей для анализа событий кибербезопасности в интеллектуальных транспортных системах» [54] предложен подход, использующий неточные вероятности для анализа событий кибербезопасности в интеллектуальных транспортных системах. Рассмотрены аспекты нового подхода к оценке вероятности работоспособности системы, находящейся под деструктивным воздействием.

Использование современных технологий и интеллектуальных подходов в транспортной сфере позволяет развивать транспортную инфраструктуру, интеллектуальные транспортные системы, где преимущество достигается путем использования цифровых и компьютерных технологий. Но по мере масштабирования таких систем выявляются недостаточная защита от внешних угроз. Об этом статья «Теория и практика масштабирования применения интеллектуальных транспортных систем: методология и проблематика» [20].

Основные виды защиты ИТ-систем



Библиографический список

1. Абдрахманов, М.С. Моделирование транспортных потоков в интеллектуальных транспортных системах / М.С. Абдрахманов. – Текст: электронный // Современные научные исследования и инновации. – 2021. – №7 (123). – С. 5-8. – EDN OKMMNR // НЭБ eLIBRARY.
2. Авдейчикова, Е.В. Преимущества внедрения интеллектуальных транспортных систем в городскую среду / Е.В. Авдейчикова, А.В. Маремуха. – Текст : электронный // Образование. Транспорт. Инновации. Строительство : сб. матер. V Нац. науч.-практ. конф., Омск, 28 – 29 апреля 2022 года. – Омск : Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2022. – С. 283-286. – EDN GVDEUF // НЭБ eLIBRARY.
3. Агапов, А.А. Синтез квазиоптимального закона управления на основе построения линии переключения с учетом анализа пучка квадратичных форм в составе интеллектуальной транспортной системы / А.А. Агапов, А.А. Костоготов, С.В. Лазаренко. – Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2022. - №1 (85). - С. 177-185 // ЭБ НТБ РГУПС.
4. Аналитический обзор современных интеллектуальных информационных технологий в технике и на производстве / С.М. Ковалев, В. Снашел, А.Е. Колоденкова, А.В. Суханов. - Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2019. - № 1 (73). - С. 60-75 // ЭБ НТБ РГУПС.
5. Аристова, Д.А. Эффекты внедрения интеллектуальных транспортных систем / Д.А. Аристова, Е.З. Макеева, О.В. Федорова. - Текст : электронный // Транспортное дело России. – 2022. – № 1. – С. 114-115. – DOI 10.52375/20728689_2022_1_114. – EDN FTTQWY // НЭБ eLIBRARY.
6. Баева, Е.Г. Технологии создания высокоскоростных транспортных средств и интеллектуальных систем управления новыми видами транспорта / Е.Г. Баева. - Текст : электронный // Информация как двигатель научного прогресса: сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 22 января 2018 года. Часть 1. – Саратов, 2018. – С. 33-40. – EDN YOZNKW // НЭБ eLIBRARY.
7. Баранов, Л.А. Подходы к моделированию пассажиропотоков в рамках функционирования интеллектуальной системы управления городскими рельсовыми транспортными системами / Л.А. Баранов, В.Г. Сидоренко, Л.Н. Логинова. – Текст : электронный // Автоматика на транспорте. – 2021. – Т. 7, № 4. – С. 539-564. – DOI 10.20295/2412-9186-2021-7-4-539-564. – EDN XEYHJN // НЭБ eLIBRARY.
8. Басков, В.Н. Оценка уровня интеллектуализации дорожно-транспортной системы / В.Н. Басков, Е.И. Исаева. – Текст : электронный // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 2 (77). – С. 76-84. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-77-2-76-84. – EDN GNKUNP // НЭБ eLIBRARY.
9. Брусницына, Д.С. Мировые тенденции в развитии интеллектуальных транспортных систем / Д.С. Брусницына, Т.Е. Рыжко. – Текст : электронный // Теория и практика модернизации научной

деятельности в условиях цифровизации: сб. статей по итогам Междунар. науч.-практ. конф., Саратов, 27 октября 2022 года. – Стерлитамак, 2022. – С. 102-104. – EDN VWBNNI // НЭБ eLIBRARY.

10. Бутакова, М.А. О подходе к интеллектуальной поддержке принятия групповых решений в инфраструктуре управления железнодорожным транспортом / М.А. Бутакова, А.Н. Гуда. – Текст : непосредственный // Транспорт : наука, образование, производство : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Транспорт-2019/ ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2019. - Т. 1: Технические науки. - С. 97-102 // ЭБ НТБ РГУПС.

11. Вахрамеев, Р.А. Готовность городского рельсового пассажирского транспорта к цифровизации / Р.А. Вахрамеев. – Текст : электронный // Цифровая трансформация социальных и экономических систем : матер. междунар. науч.-практ. конф., Москва, 27 января 2023 года / Отв. редактор И.А. Королькова. - Москва: Московский университет им. С.Ю. Витте, 2023. – С. 44-51. – EDN OQWBEB // НЭБ eLIBRARY.

12. Власов, Г.С. Использование виртуальных сетей в информационном пространстве ИТС / Г.С. Власов. – Текст : электронный // Интеллектуальные транспортные системы: матер. Междунар. науч.-практ. конф., Москва, 26 мая 2022 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2022. – С. 385-388. – EDN PSVZVE // НЭБ eLIBRARY.

13. Вологодина, Е.С. Инновационные технологии как инструмент развития транспортных систем в евразийском экономическом союзе: к вопросу о проблемах и тенденциях в условиях цифровой трансформации / Е.С. Вологодина. – Текст : электронный // Актуальные проблемы развития ЕАЭС в условиях современных глобальных изменений : матер. Всерос. науч.-практ. конф., Иркутск, 14 декабря 2021 года / Под научной редакцией И.В. Цвигун, А.В. Шалака. – Иркутск: Байкальский государственный университет, 2022. – С. 19-25. – EDN ZIDFCK // НЭБ eLIBRARY.

14. Волощук, А.В. Интеллектуальные транспортные системы в организации безопасности движения / А.В. Волощук, М.И. Лучко. – Текст : электронный // Актуальные проблемы строительства, ЖКХ и техносферной безопасности : матер. V Всерос. науч.-техн. конф. молодых исследоват. (с междунар. участием), Волгоград, 23–28 апреля 2018 года / Под общей редакцией Н.Ю. Ермиловой. – Волгоград : Волгоградский государственный технический университет, 2018. – С. 16-17. – EDN YOUNGT // НЭБ eLIBRARY.

15. Глущенко, В.В. Системное моделирование комплекса услуг в транспортном сервисе в рамках общей теории транспорта (Транспортологии) / В.В. Глущенко. – Текст : электронный // Бюллетень науки и практики. - 2018. - №9. - С.170-196. // НЭБ eLIBRARY.

16. Гузенко, А.В. Предложения по разработке бесконтактных доставок на основе интеллектуальных транспортных систем / А.В. Гузенко, Н.В. Гузенко. - Текст : электронный // Актуальные проблемы логистического управления и инструменты их решения : сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф., г. Великий Новгород, 31 марта 2021 г. / Под ред. Т.В. Кудряшовой,

Я.В. Паттури. - Великий Новгород : Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, 2021. - С. 12-23 // НЭБ eLIBRARY.

17. Гузенко, А.В. Применение интеллектуальных транспортных систем / А.В. Гузенко, А.А. Гусева. – Текст : электронный + Текст : непосредственный // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр., Ростов-на-Дону, 23–26 апреля 2019 года. – Ростов-на-Дону : Ростовский государственный университет путей сообщения, 2019. – Т. 2. - С. 65-68. – EDN PFGSBM // ЭБ НТБ РГУПС.

18. Гузенко, А.В. Современные интеллектуальные транспортные системы городов / А.В. Гузенко – Текст : электронный // Технологические инициативы в достижении целей устойчивого развития : Матер. междунар. науч.-практ. конф. XV Южно-Российский логистический форум, 2019. // Технологические инициативы в достижении целей устойчивого развития, Ростов-на-Дону, 10–11 октября 2019 года. - Ростов-на-Дону. - 2019. – С. 220-223. // НЭБ eLIBRARY.

19. Днистренко, Н.С. Развитие интеллектуальных транспортных систем / Н.С. Днистренко, К.Е. Гузнородова, Л.Е. Кущенко. – Текст : электронный // Перспективы развития технологий транспортных процессов : матер. Всерос. науч.-практ. конф., Воронеж, 01 марта 2022 года / Отв. редактор В.А. Зеликов. – Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – С. 43-50. – DOI 10.34220/PDTRT2022_43-50. – EDN VISHNI // НЭБ eLIBRARY.

20. Журавлев, И.А. Теория и практика масштабирования применения интеллектуальных транспортных систем: методология и проблематика / И.А. Журавлев, Д.Д. Бедердинов – Текст : электронный // Наука и техника транспорта. – 2022. – № 2. – С. 79-82. – EDN FKMIBA // НЭБ eLIBRARY.

21. Иванов, В.В. Ключевые проблемы организации транспортных систем на муниципальном уровне и меры по их оперативной оптимизации / В.В. Иванов, Б.Г. Убушаева – Текст : электронный // Муниципальная академия. – 2019. – № 2. – С. 133-139. – EDN SOGCPE // НЭБ eLIBRARY.

22. Иванов, В.В. Развитие транспортной системы территорий / В.В. Иванов, Б.Г. Убушаева – Текст : электронный // Муниципальная академия. – 2019. – № 3. – С. 80-84. – EDN NXYAZO // НЭБ eLIBRARY.

23. Интеллектуальные транспортные системы: история, состояние и пути развития / В.В. Сильянов, В.Т. Капитанов, О.Ю. Моница, А.Б. Чубуков – Текст : электронный // Информационные технологии и инновации на транспорте: Матер. 4-ой Междунар. науч.-практ. конф., Орел, 15–16 мая 2018 года / Под редакцией А.Н. Новикова. – Орел: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2019. – С. 138-145. – EDN KWUNJW // НЭБ eLIBRARY.

24. Искандеров, Ю.М. Применение интеллектуальных агентов при моделировании интегрированной информационной системы транспортной логистики / Ю.М. Искандеров – Текст : электронный // Информатизация и связь. – 2020. – № 5. – С. 59-66. – DOI 10.34219/2078-8320-2020-11-5-59-66. – EDN FQHZMN // НЭБ eLIBRARY.

25. Использование интеллектуальных транспортных систем для повышения качества организации дорожного движения / И.А. Новиков, Л.Е. Кущенко, Е.А. Новописный, А.С. Камбур – Текст : электронный // Мир транспорта и технологических машин. – 2022. – № 3-4 (78). – С. 49-54. – DOI 10.33979/2073-7432-2022-4(78)-3-49-54. – EDN PSZHJO // НЭБ eLIBRARY.

26. ИТС в области обеспечения пассажирских перевозок / А.А. Ставцева, М.Ю. Милина, М.С. Тарусова, В.В. Васильева. – Текст : электронный // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации : сб. науч. тр. XV-ой Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 19–20 марта 2020 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 283-287. – EDN FUZCMM // НЭБ eLIBRARY.

27. К вопросу внедрения интеллектуальных систем на автомобильном транспорте / К.П. Андреев, И.Н. Горячкина, А.В. Шемякин, А.С. Евтеева. – Текст : электронный // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок и безопасности движения : матер. Междунар. науч.-практ. конф. - 2018. - С. 62-67. EDN: XNYQHR // НЭБ eLIBRARY.

28. Карпов, Е.С. Применение интеллектуальных систем при управлении транспортным процессом / Е.С. Карпов, В.В. Терентьев. – Текст : электронный // Актуальные вопросы совершенствования технической эксплуатации мобильной техники : матер. Междунар. науч.-практ. конф., посвящен. 20-летию кафедры технической эксплуатации транспорта, Рязань, 12 октября 2020 года. – Рязань: РГАТ, 2020. – Том 2. С. 116-119. – EDN LSQWWL // НЭБ eLIBRARY.

29. Кожуховский, М.Ю. О развитии интеллектуальных транспортных систем при управлении транспортом городских агломераций / М.Ю. Кожуховский, Л.А. Осьминин. – Текст : электронный // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта : межвуз. сб. науч. тр. – Москва, 2022. – С. 130-139. – EDN TZPNQI // НЭБ eLIBRARY.

30. Кокорев, Д.С. Сравнительный анализ архитектур систем управления транспортными системами / Д.С. Кокорев, В.Г. Сидоренко. – Текст : электронный // Информатизация образования и науки. – 2021. – № 4 (52). – С. 132-144. – EDN TBQQCL // НЭБ eLIBRARY.

31. Костоглотов, А.А. Синтез адаптивных алгоритмов оценки ориентации беспилотных транспортных средств с использованием интеллектуального нейросетевого идентификатора / А.А. Костоглотов, А.С. Пеньков, В.О. Зехцер. - Текст : непосредственный // Вестник РГУПС. - 2022. - № 1 (85). - С. 186-194 // ЭБ НТБ РГУПС.

32. Кущенко, Л.Е. Совершенствование организации дорожного движения посредством применения интеллектуальных транспортных систем / Л.Е. Кущенко, А.С. Камбур, А.А. Пехов. – Текст : электронный // Мир транспорта и технологических машин. – 2021. – № 3 (74). – С. 80-86. – DOI 10.33979/2073-7432-2021-74-3-80-86. – EDN AERLFC // НЭБ eLIBRARY.

33. Ложкина, О.В. Интеллектуальные транспортные системы и контроль воздействия транспортных выбросов на окружающую среду и

здоровье населения / О.В. Ложкина. – Текст : электронный // Информационные технологии и инновации на транспорте : матер. VI Междунар. науч.-практ. конф., Орёл, 20 мая 2020 года / Под общей редакцией А.Н. Новикова. – Орёл : Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2020. – С. 121-127. – EDN QRQNFZ // НЭБ eLIBRARY.

34. Ложкина, О.В. К вопросу о разработке теоретических основ экологической подсистемы ИТС / О.В. Ложкина, Г.Г. Рогозинский. – Текст : электронный // Транспорт России: проблемы и перспективы : матер. юбил. междунар. науч.-практ. конф., Санкт-Петербург, 10–11 ноября 2020 года. - Санкт-Петербург : ФГБУН Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2020. - Том 1. – С. 105-109. – EDN ECXJWP // НЭБ eLIBRARY.

35. Лыкова, М.П. От цифровой экономики к цифровой железной дороге. цифровая экономика и пути ее развития / М.П. Лыкова. – Текст : электронный // Современная наука: традиции и инновации : сб. науч. статей по итогам II молодеж. конкурса науч. работ. – Волгоград, 2020. – С. 31-32. – EDN TYBTZZ // НЭБ eLIBRARY.

36. Лященко, З.В. Современный потенциал развития смарт-технологий и интеллектуальных систем / З.В.Лященко, О.В. Игнатьева. - Текст : непосредственный // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Транспорт-2020 / ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2020. - Т. 1: Технические науки. - С. 88-91 // ЭБ НТБ РГУПС.

37. Меренков, А.О. Цифровые технологии в управлении мобильностью городов России / А.О. Меренков. – Текст : электронный // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : матер. междунар. науч.-практ. конф., Москва, 28 сентября 2022 года – Москва : Российский университет транспорта, 2022. – С. 204-206. – EDN MXUTON // НЭБ eLIBRARY.

38. Мертвищев, Г.А. Применение BIG DATA при организации автомобильных перевозок / Г.А. Мертвищев, С.О. Фатьянов, А.С. Морозов. – Текст : электронный // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ - 2022) : сб. науч. статей 14-й Междунар. науч.-техн. конф., Курск, 18 ноября 2022 года. – Курск : Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 182-185. – EDN NTYMOI // НЭБ eLIBRARY.

39. Мировой и российский опыт применения интеллектуальных транспортных систем / С.В. Егоров, П.В. Шационок, А.И. Ерпылева, Д.И. Жарков. – Текст : электронный // Транспортное дело России. – 2022. – № 2. – С. 130-136. – DOI 10.52375/20728689_2022_2_130. – EDN QHVGQH // НЭБ eLIBRARY.

40. Модель оценки количества и концентрации мелкодисперсионных выбросов вредных веществ от автотранспорта на основе нейросетевых алгоритмов / В. Д. Шепелев, И.С. Слободин, А.А. Бауэр, К.И. Смирнов. – Текст : электронный // Вестник Южно-Уральского государственного

университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2022. – Т. 16, № 4. – С. 186-196. – DOI 10.14529/em220419. – EDN XJKTHG // НЭБ eLIBRARY.

41. Обзор применения телекоммуникационных систем для повышения эффективности дорожного движения / В.С. Андрощук, Ю.А. Панов, А.А. Иванов, М.В. Никифоров. – Текст : электронный // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Евразийское сотрудничество : сб. матер. XV междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 09–11 декабря 2020 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2020. – С. 14-21. – EDN QY TZYA // НЭБ eLIBRARY.

42. Поляниченко, Д.С. Разработка интеллектуальной информационной системы виртуального 3D-ассистента с универсальным пользовательским доступом / Д.С. Поляниченко, О.О. Карташов. - Текст : непосредственный // Современное развитие науки и техники : сб. науч. тр. Всерос. нац. науч.-практ. конф. Наука-2020 / ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2020. - С. 284-287 // ЭБ НТБ РГУПС.

43. Применение технологий искусственного интеллекта и теории поддержки принятия решений в задачах информационной безопасности : монография / Д.А. Короченцев, Л.В. Черкесова, Н.В. Болдырихин и [др.]. - Ростов н/Д : Донской государственный технический университет (ДГТУ). – 2022 – 488 с. - Текст : электронный // НЭБ eLIBRARY.

44. Птицын, Д.А. Программное обеспечение для моделирования интеллектуальных транспортных систем / Д.А. Птицын, А.А. Акулов, В.С. Ершов – Текст : электронный // Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. – 2021. – Т. 10, № 4. – С. 29-32. – EDN GJDDDF // НЭБ eLIBRARY.

45. Раптанова, П.А. Системный анализ проблем моделирования и оптимизации интеллектуальных транспортных систем / П.А. Раптанова, Т.И. Михеева, Е.В. Чекина. – Текст : электронный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2022. – № 12. – С. 174-176. – EDN XSURGY // НЭБ eLIBRARY.

46. Сафиуллин, Р.Н. Актуальные вопросы правового регулирования при внедрении цифровых технологий в интеллектуальные транспортные системы / Р.Н. Сафиуллин, Р.Р. Сафиуллин, О.П. Пыркин. – Текст : электронный // Цифровые технологии и право: сб. науч. тр. I Междунар. науч.-практ. конф. : в 6-ти томах, Казань, 23 сентября 2022 года / Под редакцией И.Р. Бегишева [и др.] – Казань, 2022. – Том 3. - С. 28-35. – EDN OENKMT // НЭБ eLIBRARY.

47. Солодкий, А.А. Развитие интеллектуальных транспортных систем в России: проблемы и пути их решения. новый этап / А.А. Солодкий. – Текст : электронный // Интеллект. Инновации. Инвестиции. - 2020. - № 6. – С. 10-19. // НЭБ eLIBRARY.

48. Сороцкий, В.Д. Тенденции развития интеллектуальных систем на транспорте / В.Д. Сороцкий. – Текст : электронный // Актуальные проблемы транспорта в XXI веке: труды I Междунар. науч.-практ. конф., Новокузнецк, 20–21 апреля 2022 года. – Новокузнецк : Сибирский государственный

индустриальный университет, 2022. – С. 50-55. – EDN YVJSXB // НЭБ eLIBRARY.

49. Ставцева, А.А. Информационное обеспечение пассажирских перевозок / А.А. Ставцева, А.Д. Лепешкин, М.С. Тарусова. – Текст : электронный // Современные материалы, техника и технология : сб. науч. статей 8-й Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 29–30 декабря 2018 года. – Курск, 2018. – С. 386-390. – EDN YTSGKT // НЭБ eLIBRARY.

50. Фаткиева, Р.Р. Обзор тенденций развития технологий интернета вещей в интеллектуальных транспортных системах / Р.Р. Фаткиева, А.П. Конева, А.Ш. Мустафина. – Текст : электронный // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2022. – № 9. – С. 43-63. – DOI 10.32603/2071-8985-2022-15-9-43-63. – EDN LCDNVN // НЭБ eLIBRARY.

51. Филиппова, Н.А. Интеллектуальные транспортные системы применяемые при перевозке грузов автомобильным транспортом / Н.А. Филиппова, В.Е. Воропай. – Текст : электронный // Актуальные вопросы организации автомобильных перевозок, безопасности движения и эксплуатации транспортных средств : сб. науч. тр. по матер. XIV Междунар. науч.-техн. конф., Саратов, 18 апреля 2019 года. – Саратов : Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, 2019. – С. 124-134. – EDN JKEMXM // НЭБ eLIBRARY.

52. Цуриков, А.Н. Теория и практика разработки методов, алгоритмов и устройств обучения искусственных нейронных сетей : монография / А.Н. Цуриков; ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов-н/Д – 2019. – 183 с.: ил., прил. – Текст : непосредственный // ЭБ НТБ РГУПС.

53. Чакрян, Г.С. Концепция внедрения интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах / Г.С. Чакрян, А.В. Мышин, В.Р. Аракелян. – Текст : электронный // Проблемы функционирования систем транспорта : матер. Всерос. (нац.) науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Тюмень, 02–04 декабря 2020 года. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. – С. 485-487. – EDN BSUJZU // НЭБ eLIBRARY.

54. Чернов, А.В. Использование неточных вероятностных моделей для анализа событий кибербезопасности в интеллектуальных транспортных системах / А.В. Чернов, П.С. Шевчук, Д.А. Ломаш. – Текст : непосредственный // Транспорт: наука, образование, производство : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. конф. Транспорт-2020 / ФГБОУ ВО РГУПС. - Ростов н/Д, 2020. - Т. 1: Технические науки. - С. 169-172 // ЭБ НТБ РГУПС.

55. Шемякин, А.В. Применение телематических систем на автомобильном транспорте / А.В. Шемякин, С.Н. Кочетков, А.В. Михно. – Текст : электронный // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Евразийское сотрудничество : сб. матер. XV междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 09–11 декабря 2020 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2020. – С. 673-679. – EDN BIRKHN // НЭБ eLIBRARY.