

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2025, Том 17, № 3 / 2025, Vol. 17, Iss. 3 <https://esj.today/issue-3-2025.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/22ECVN325.pdf>

5.2.6. Менеджмент (экономические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Седукин, С. О. Онтологическая модель управления процессом принятия решений на эксплуатационной стадии жизненного цикла региональной дорожной сети / С. О. Седукин, Ю. В. Коденцева // Вестник евразийской науки. — 2025. — Т. 17. — № 3. — URL: <https://esj.today/PDF/22ECVN325.pdf>.

For citation:

Sedukin S.O., Kodentseva Ju.V. An ontological model for decision-making management at the operational stage of the regional road network life cycle. *The Eurasian Scientific Journal*. 2025;17(3): 22ECVN325. Available at: <https://esj.today/PDF/22ECVN325.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 33

Седукин Сергей Олегович

АО «Омскавтодор», Омск, Россия
Первый заместитель генерального директора
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск, Россия
Соискатель
E-mail: sergeisedukin@yandex.ru

Коденцева Юлия Викторовна

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», Омск, Россия
Доцент кафедры «Проектное управление и информационное моделирование в строительстве»
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: kodjul78@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6548-1907>
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=196660
SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57214226555>

Онтологическая модель управления процессом принятия решений на эксплуатационной стадии жизненного цикла региональной дорожной сети

Аннотация. Статья посвящена разработке базовой онтологической модели управления проектами дорожного хозяйства, основанной на технологиях цифровых двойников и методах искусственного интеллекта. В отличие от существующих решений, предложенная модель обеспечивает глубокую интеграцию гетерогенных данных в единую семантическую структуру, что позволяет минимизировать информационные разрывы, повысить точность управленческих решений и снизить влияние человеческого фактора на процесс принятия решений.

В работе детально рассмотрен онтологический подход к формализации ключевых сущностей, их атрибутов и взаимосвязей в контексте управления дорожной инфраструктурой. Особое внимание уделено обработке неструктурированных данных, таких как обращения граждан, отчеты подрядчиков и результаты автоматизированного мониторинга состояния дорожного покрытия. Для анализа текстовой информации применены современные алгоритмы обработки естественного языка на основе нейросетевых архитектур, а также методы машинного обучения, обеспечивающие автоматическую классификацию и извлечение значимых параметров: локация дефектов, тип проблем, степень критичности, ответственные организации и сроки реагирования.

Ключевое преимущество предложенной модели заключается в её способности динамически объединять данные из разрозненных источников, включая геопространственные данные, показания датчиков, нормативные документы и отчеты, в единую семантическую сеть. Это не только устраняет информационную фрагментацию, но и обеспечивает согласованность управленческих решений на всех уровнях. Дополнительным достоинством является возможность прогнозирования развития дефектов и оптимизации ресурсного планирования на основе исторических данных и предиктивной аналитики. Результаты тестирования подтверждают повышение эффективности управления дорожным хозяйством за счет сокращения времени обработки данных и увеличения точности диагностики проблемных участков.

Ключевые слова: онтологическая модель; цифровой двойник; искусственный интеллект; обработка естественного языка; управление дорожными проектами; машинное обучение; предиктивная аналитика

Введение

Современная дорожно-транспортная инфраструктура играет ключевую роль в экономическом развитии регионов и стран, обеспечивая бесперебойное движение товаров и людей. Однако её обслуживание и поддержание в надлежащем состоянии представляют значительные трудности, обусловленные множеством факторов, начиная от климатических условий и заканчивая интенсивностью транспортного потока. Эффективное управление дорожным хозяйством требует комплексного подхода, который учитывал бы все аспекты функционирования автомобильной сети, включая техническое состояние дорог, безопасность движения, эксплуатационные затраты и долгосрочное планирование.

Одним из наиболее перспективных инструментов для решения этих задач являются цифровые двойники, которые представляют собой точные виртуальные копии физических объектов, способные имитировать их поведение в режиме реального времени. Такие модели предоставляют возможность мониторинга текущего состояния инфраструктуры, прогнозирования возможных неисправностей и предотвращения аварийных ситуаций. Вместе с тем, создание и поддержка цифровых двойников требует интегрированного подхода к управлению проектами, основанного на современных технологиях искусственного интеллекта и анализе больших данных.

В настоящей работе рассматривается разработка базовой онтологической модели управления проектами (портфелями проектов), предназначенной для создания цифровых двойников объектов дорожного хозяйства. Основопологающей целью модели является обеспечение эффективной работы с большими объемами данных, поступающих от датчиков и сенсоров дорожных лабораторий, а также от внешних источников, таких как сводки организаций, выполняющих работы по эксплуатации автомобильно-дорожной сети и предписания надзорных органов. Полученные данные подвергаются многоуровневой обработке и анализу с использованием алгоритмов машинного обучения, что позволяет выявлять скрытые закономерности, структурировать для дальнейшего применения при принятии управленческих решений.

Основное преимущество разработанной модели состоит в её способности оптимизировать распределение ресурсов между различными проектами, минимизируя издержки и повышая эффективность выполнения поставленных задач. Это достигается благодаря сокращению семантического разрыва между различными стадиями подготовки и обработки данных о состоянии автомобильно-дорожной сети.

Основные понятия и методологические основы

Чтобы лучше понять суть проблемы, нужно выделить ключевые термины и понятия, важные для её решения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Ключевые термины и концепции

Наименование термина или понятия	Определение
Проект	Основной объект, включающий цели, ресурсы, сроки и этапы выполнения
Портфель проектов	Совокупность взаимосвязанных проектов, объединенных общими целями и ресурсами
Цифровой двойник	Виртуальная копия реального объекта дорожного хозяйства, которая включает данные о состоянии дорог, погодных условиях, интенсивности трафика и других факторов
Искусственный интеллект (ИИ)	Набор методов и технологий, используемых для анализа данных и поддержки принятия решений
Машинное обучение	Раздел искусственного интеллекта, посвященный изучению и разработке алгоритмов, которые позволяют компьютерным системам автоматически извлекать знания из данных и совершенствовать свои результаты путем выявления сложных шаблонов и зависимостей без явного программирования правил

Источники [1–4]

Основу исследования в статье составляет онтологический подход, который применяется для формализации понятий и отношений в области управления проектами (портфелями проектов) при создании цифровых двойников объектов дорожного хозяйства.

Этот подход направлен на построение единой концептуальной схемы, связывающей различные элементы управления проектами, такие как проекты, портфель проектов, цифровые двойники, искусственный интеллект, автомобильно-дорожная сеть и ресурсные потоки. Он позволяет упорядочить данные, процессы и инструменты, необходимые для достижения целей исследования — эффективного сбора, обработки и анализа данных [5].

В качестве основного источника информации в исследовании использованы обращения граждан, в том числе, собранные из открытых данных социальных сетей.

Эти сообщения отражают реальное восприятие населением состояния элементов дорожной инфраструктуры и позволяют оперативно выявлять проблемные участки улично-дорожной сети. В качестве нормативной базы применялся стандарт ГОСТ Р 71360-2024 «Дороги автомобильные общего пользования. Требования к эксплуатационному состоянию».

Для обработки и анализа данных использовались методы обработки естественного языка (Natural Language Processing, NLP), позволившие автоматически извлекать ключевые смысловые элементы и классифицировать данные в соответствии с типами выявленных дефектов дорожной инфраструктуры.

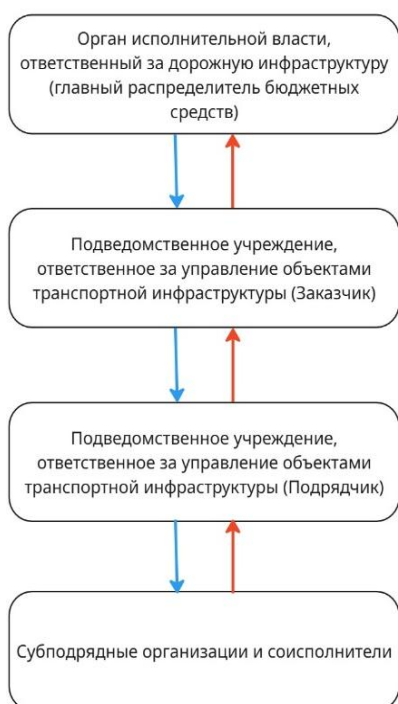
Анализ текущей ситуации в региональном дорожном хозяйстве

На сегодняшний день в региональном дорожном хозяйстве сложилась ситуация многоуровневого обмена информационными потоками о состоянии автомобильно-дорожной сети как внутри органов управления дорожным хозяйством, так и во внешнем контуре взаимодействия рисунок 1.

В сложившейся системе управления данными о автомобильно-дорожной сети существуют следующие недостатки:

- отсутствие чёткой структуры данных;
- разнородные данные требующие дополнительно верификации;
- отсутствие возможности отслеживания изменения состояния автомобильно-дорожной сети;
- отсутствие возможности аналитической оценки скрытых рисков при управлении дорожными проектами (портфелями проектов);
- низкая репрезентативность статистических данных;
- высокая вероятность возникновения ошибок и неточностей при работе с большими данными;
- неоптимальное распределение ресурсов в дорожных проектах.

Органы управления дорожным хозяйством



Субъекты внешнего контура взаимодействия с дорожным хозяйством

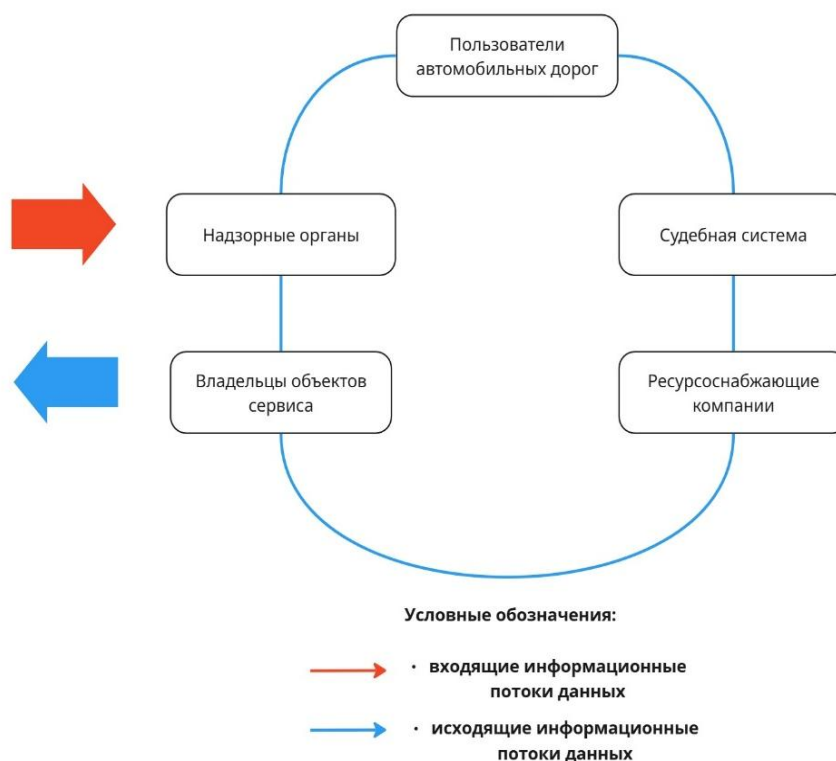


Рисунок 1. Текущее состояние информационных потоков данных (составлено авторами)

Совокупность представленных недостатков снижает эффективность управления дорожным хозяйством, что приводит к уменьшению экономической выгоды от выполняемых на автомобильно-дорожной сети мероприятий.

Учёными и исследователями также отмечается, что в дорожной отрасли отмечается отсутствие возможности непрерывного мониторинга за состоянием дорожной сети и низкая информированность пользователей транспорта о ситуации на дороге [6].

Вышеперечисленные факторы указывают на необходимость разработки базовой онтологической модели управления проектами (портфелями проектов) для создания цифровых двойников объектов дорожного хозяйства с применением технологии искусственного интеллекта.

Сбор и обработка данных

Для успешного функционирования системы управления проектами (портфелями проектов) и создания цифровых двойников объектов дорожного хозяйства необходим доступ к обширному массиву данных. Основные источники данных:

- данные измерительных дорожных лабораторий;
- данные органов управления дорожным хозяйством;
- обращения граждан о состоянии автомобильно-дорожной сети;
- обращения юридических лиц;
- данные представлений, предписаний и определений надзорных органов;
- запросы представителей судебной системы;
- запросы и данные ресурсоснабжающих компаний.

Эффективно работать с большими данными невозможно без выполненной должным образом группировки данных.

Группировка данных осуществляется с помощью кластеризации и сегментации данных, тем самым разбивая большие данные на группы с общими свойствами. Пример группировки данных представлен в таблице 2.

Таблица 2

Примеры групп данных о автомобильно-дорожной сети

Общие данные	Дорожно-транспортные происшествия (ДТП)	Экономическая характеристика	Параметры плана дороги
Наименование объекта	Дата ДТП	Балансовая стоимость	Протяженность
Учётный номер объекта	Время ДТП	Экономическое и административное значение дороги	Радиусы кривых
Год постройки	Место ДТП	Связь дороги с железными дорогами и водными путями	Углы поворота
Протяженность (основной ход, подъезды, съезды)	Тип ДТП	Балансовая стоимость	Наличие виража

Источник¹

Имея массив сгруппированных данных об автомобильно-дорожной сети возможно приступить к этапу обработки данных.

На данном этапе необходимо провести операции по очистке, интеграции и редукции данных с целью удаления лишних, ошибочных, некорректных данных, дубликатов, пропусков, шумов, так же важно сократить объём данных путём удаления избыточной информации.

Согласно современным исследованиям лучшим инструментом обработки больших массивов данных является искусственный интеллект, в частности, технология машинного обучения сверхточных нейросетей.

Предлагаемая схема обработки данных представлена на рисунке 2.

¹ Данные представлены согласно национальному стандарту РФ ГОСТ Р 71360-2024 "Дороги автомобильные общего пользования. Технический учет и паспортизация. Общие технические требования" (утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 апреля 2024 г. N 557-ст). Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1305822953> (дата обращения: 17.06.25).

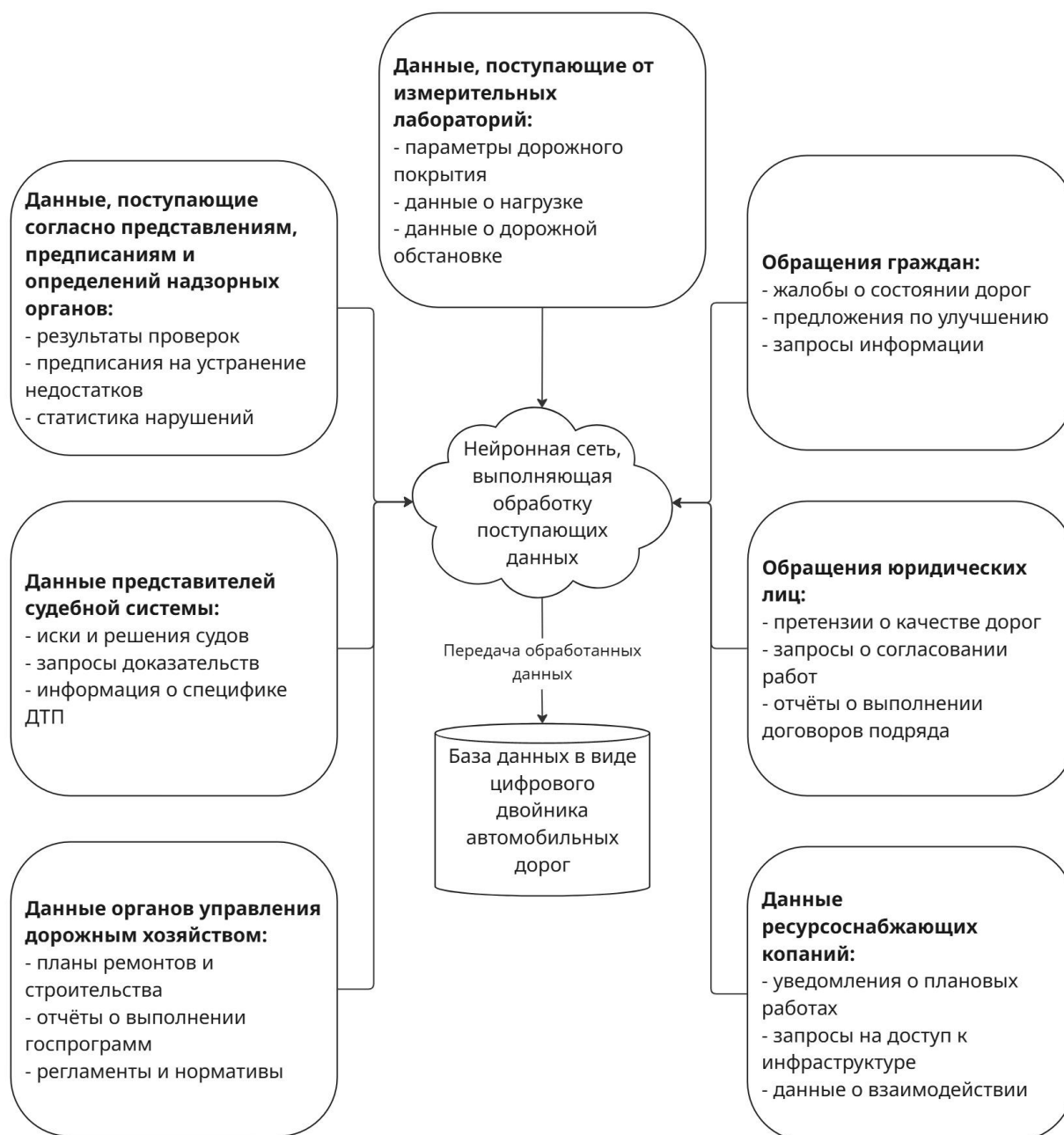


Рисунок 2. Схема обработки данных (составлено авторами)

В качестве массива необработанных данных, рассмотрим перечень обращений граждан поступающих в социальные сети региональных органов управления дорожным хозяйством. Примерный перечень обращений граждан представлен в таблице 3.

Проведя анализ данных текстовых обращений граждан, можно сделать вывод, что текст обращений имеет ряд особенностей не позволяющих оперативно решить проблему, а именно:

- отсутствует чёткая структура изложения;
- высокое количество орфографических и смысловых ошибок;
- отсутствие чёткой локализации дефектного участка автомобильной дороги;
- отсутствие информации о зоне ответственности подрядной организации;
- высокая зашумлённость и эмоциональность выражений.

Таблица 3

Примерный перечень обращений граждан

№ п/п	Текст обращения (сохранена орфография авторов обращений)
1	Иван Петров. 15 апр 16:15 Очень прошу ответить на следующий вопросы касательно деревень Азовского района. Будет ли когда-нибудь капитальный ремонт трассы от Сосновки до Азово? 30 лет здесь живём, 30 лет проблема существует. Также капитального ремонта требуют внутрипоселковые дороги, остатки которых мы, жители с. Поповки, подсыпаем самостоятельно за свои средства. И ещё очень важный вопрос — наша школа. Очень вас прошу приехать и посмотреть, где учатся наши дети. Администрация района никак не хочет участвовать в ремонте. Наша школа никак не вяжется с тем красивым грандиозным праздником Севера, который прошёл на прошлых выходных. Десятки млн потрачены ради четырёх дней, когда рядом в этом же районе школа давным-давно требует хоть каких-то вложений. Спасибо, если ответите на вопросы
2	Denis Gusev 11 мар в 4:39 Уважаемый Минтранс. Примите пожалуйста меры!!! Почему ДРСУ Москаленского района не чистит дорогу к посёлку Пролетарский, снег был более 1 недели назад, а у нас никто до сих пор не почистил, ранее вы писали, что приедет грейдер и срежет все шишки, но грейдера не было!!!! А после последнего снегопада ездить невозможно дорога вся в шишках ездешь будто по стиральной доске!!!- тут один выход срезать все шишки грейдером. По этой дороге каждый день ездят дети в школу, а дорога аварийно-опасная!!! Дети отказываются ездить в школу так как трясёт очень сильно. В случае ЧП и ДТП будим жаловаться на Вас так как вы поставлены в известность.... Примите в срочном порядке меры!!!!
3	Denis Gusev 22 ноя 2024 Уважаемый Минтранс Омской области!!! Скажите пожалуйста почему ДРСУ Москаленского района до сих пор нет почистили дорогу от Федеральной трассы к посёлку Пролетарский??? Люди как накатали одну калю, так и есть. Даже разехать невозможно. Хотя в самих Москаленках дороги и обочины расчищены хорошо.... Мы что не люди???? Хочу обратить внимание что снег был более 1 недели назад, а ДРСУ Москаленского района опять бездействует!!!!
4	Баглан Касимова 11 ноя 2024 Когда у нас будет запланирован ремонт дороги Одесский район село Буняковка?????
5	Сергей Соловьёв 5 ноя 2024 Добрый день. Можно как-то решить в этом году вопрос с ремонтом дороги возле села Побочино в Одесском районе. Нет возможности завозить топливо, вывозить зерно. Каждый день ремонт рессор, подвески. Засыпать хоть. Можно в этом году самые глубокие ямы? Ведь дорожная техника стоит возле села. Там работы на один день! Делайте пожалуйста 2й этом в 2025 году, как обещали.
6	Ильдус Абдуллин 18 фев в 17:56 Добрый вечер! Прошу обратить Ваше внимание на участок дороги Усть — ишим- граница Тюменской области протяжённость 65 км на маршруте Тара-Тобольск, данный участок из 700 км дороги, связывающей два региона вдоль р. Иртыш является единственным участком без асфальтного или щебеночного покрытия

Источник²

Устранить недостатки текстовых сообщений и выделить основное семантическое ядро позволило применение алгоритма, в основу которого заложена технология искусственного интеллекта. Для реализации этого подхода была разработана комплексная система обработки данных, включающая несколько ключевых компонентов.

Основой системы стал специализированный AI-агент, созданный на базе современных методов машинного обучения. Его архитектура объединила модуль обработки естественного языка (NLP) — для данной задачи, согласно исследованиям³ [7; 8], оптимальным решением оказались именно трансформерные модели, такие как BERT, — а также механизмы распознавания именованных сущностей (NER) и анализа эмоциональной окраски текста.

² Комментарии с официальной страницы социальной сети ВКонтакте. — URL: <https://vk.com/dhkurmanov>. (дата обращения: 17.06.25).

Здесь и далее в статье, если не указано иное, комментарии взяты с вышеуказанной страницы.

³ Nikolic D. The Human Side of AI // School of Finance and Management (DBIS). Frankfurt: Goethe-University, 2017. (дата обращения: 28.04.2025).

Faggella D. What is Machine Learning? // Emerj. URL: <https://emerj.com/aiglossary-terms/what-is-machine-learning/> (дата обращения: 28.04.2025).

Технологический стек решения включал DeepSeek API для обработки сложных семантических конструкций — исследования в области инженерии промптов [9] подтверждают, что подобные LLM-решения демонстрируют высокую эффективность при работе с узкоспециализированными доменами. Особое внимание уделялось тонкой настройке промптов и параметров генерации, поскольку, как показывают работы по адаптации языковых моделей [10; 11], именно экспертный подбор контекста и гиперпараметров критически важен для достижения максимального соответствия отраслевой специфике, в данном случае — дорожной инфраструктуры.

user_msg

Denis Gusev 11 мар в 4:39 Уважаемый Минтранс. Примите пожалуйста меры!!!! Почему ДРСУ Москаленского района не чистит дорогу к посёлку Пролетарский, снег был более 1 недели назад, а у нас никто до сих пор не почистил, ранее вы писали, что приедет грейдер и срежет все шишки, но грейдера не было!!!! А после последнего снегопада ездить невозможно дорога вся в шишках ездешь будто по стиральной доске!!!- тут один выход срезать все шишки грейдером.

По этой дороге каждый день ездят дети в школу, а дорога аварийно-опасная!!! Дети отказываются ездить в школу так как трясёт очень сильно. В случае ЧП и ДТП будим жаловаться на Вас так как вы поставлены в известность.... Примите в срочном порядке меры!!!!

Clear Submit

Рисунок 3. Диалоговое окно, принимающее обращение (сохранена орфография авторов обращений)⁴

output

- **Дата обращения**: 11.03.2024
- **Кто обратился**: Гусев Денис
- **Предмет обращения**: Отсутствие уборки снега, неровности на дороге к пос. Пролетарский
- **Идентификационный номер автомобильной дороги**: 52 ОП МЗ Н-216
- **Наименование автомобильной дороги (объект)**: Пролетарский - Майский
- **Муниципальный район**: Москаленский
- **Подрядная организация**: АО "ДРСУ №2"
- **Адрес начало, км**: 0
- **Адрес конец, км**: 16.443
- **Категория автомобильной дороги**: V
- **Общая протяженность, км**: 16.443
- **Код дороги**: 0-2
- **Описанная проблема**: Снег не убран более недели, дорога в "шишках", аварийно опасная. Отсутствие работ грейдера, несмотря на обещания.
- **Есть ли позитивная часть в обращении**: Нет
- **Эмоциональный окрас**: Отрицательный (выраженное недовольство, угроза жалоб в случае ЧП).

Flag

Рисунок 4. Результат обработки сообщения нейросетью⁴

⁴ AI-агент разработан автором Седукиным С.О.

В результате внедрения системы время обработки типового обращения сократилось с 45–60 минут до 2–3 минут, при этом точность идентификации проблемных участков повысилась на 32 %. Система особенно эффективно показала себя при анализе сложных сообщений с нечеткими формулировками, сократив количество ошибок интерпретации на 41 % по сравнению с ручной обработкой.

Пример применения алгоритма указан на рисунок 3, 4, где наглядно демонстрируется процесс трансформации неструктурированного текстового обращения в формализованную заявку с четко выделенными параметрами: локацией проблемы, типом дефекта и ответственными организациями. Это стало возможным благодаря глубокой интеграции NLP-алгоритмов с предметной областью дорожного хозяйства.

В результате обработки текстовых данных нейронной сетью была сформирована четкая структура описываемой проблемы, а также выделены необходимые данные для верификации участка автомобильной дороги и подрядной организации. Автоматизированная обработка поступающих обращений позволит существенно сократить трудозатраты специалистов при подготовке план-задания на выполнение работ по устранению выявленных замечаний, а также наполнить базу данных структурированной информацией.

Заключение

В представленном исследовании разработана базовая онтологическая модель управления проектами (портфелями проектов) для создания цифровых двойников объектов дорожной инфраструктуры с применением методов искусственного интеллекта. Модель обеспечивает формализацию процессов сбора, обработки и анализа гетерогенных данных, поступающих от сенсорных систем, надзорных органов и пользовательских обращений, что позволяет минимизировать семантические разрывы и оптимизировать распределение ресурсов. Ключевым результатом является реализация алгоритмов машинного обучения для автоматизированной структуризации данных и поддержки принятия управленческих решений, что повышает точность мониторинга состояния дорожной сети и эффективность проектного управления.

Дальнейшее развитие модели предполагает расширение её функциональности за счёт интеграции методов риск-менеджмента, прогнозной аналитики и оптимизации управленческих решений. Особое внимание будет уделено совершенствованию алгоритмов обработки данных с применением цифровых двойников и технологий искусственного интеллекта. Это позволит повысить точность планирования и эффективность управления проектами в условиях цифровизации отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симионова Н.Е. Портфель проектов: проблемы планирования и оценки эффективности / Смирнова Н.Е., Кривошеев Д.Н., Кривошеева И.Н. // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. — 2017. — № 2(20). — С. 16–20 — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/portfel-proektov-problemy-planirovaniya-i-otsenki-effektivnosti> (дата обращения: 26.02.2025).
2. Кокорев Д.С. Цифровые двойники: понятие, типы и преимущества для бизнеса / Кокорев Д.С., Юрин А.А., // Colloquium-journal. — 2019. — № 10(34). — С. 31–35. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovye-dvoyniki-ponyatie-tipy-i-preimuschestva-dlya-biznesa> (дата обращения: 26.02.2025).

3. Ильин А.В. Использование искусственного интеллекта в строительстве / Ильин А.В., Владимиров Н.В. // Вестник магистратуры. — 2022. — № 4-2(127). — С. 5–7. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve> (дата обращения: 26.02.2025).
4. Михайлова М.В. Нейроматематика в машинном обучении / Михайлова М.В. // Россия: тенденции и перспективы развития. — 2019. — № 14-2. — С. 449–452. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/neyromatematika-v-mashinnom-obuchenii> (дата обращения: 26.02.2025).
5. Ерженин Р.В. Онтологический подход к представлению знаний о методологии моделирования сложной системы управления / Ерженин Р.В., Массель Л.В. — DOI <https://doi.org/10.18287/2223-9537-2020-10-4-463-476> // Онтология проектирования. — 2020. — № 4(38). — С. 463–476. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ontologicheskiiy-podhod-k-predstavleniyu-znaniy-o-metodologii-modelirovaniya-slozhnoy-sistemy-upravleniya> (дата обращения: 26.02.2025).
6. Диденко Д.Н. Цифровая трансформация сферы транспорта и дорожного хозяйства России / Диденко Д.Н. // Вестник науки. — 2024. — № 12(81). — С. 973–981. — URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-sfery-transporta-i-dorozhnogo-hozyaystva-rossii> (дата обращения: 05.03.2025).
7. Баранов Я.В. Использование средств обработки естественного языка для улучшения произношения на иностранном языке / Баранов Я.В., Радченко И.А., Миронов А.Ю. — EDN: XSMSUP // Информатизация образования и науки. — 2018. — № 3(39). — С. 98–105. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35215104> (дата обращения 05.03.2025).
8. Hamilton L.M. Fast and automated sensory analysis: Using natural language processing for descriptive lexicon development / L.M. Hamilton, J. Lahne // Food Quality and Preference. — 2020. — Т 83. — С. 103926. — URL: <https://colab.ws/articles/10.1016%2Fj.foodqual.2020.103926> (дата обращения: 28.04.2025).
9. Pengfei L. Pre-train, Prompt, and Predict: A Systematic Survey of Prompting Methods in Natural Language Processing / L. Pengfei, Y. Weizhe, F. Jinlan., J. Zhengbao, H. Hiroaki, N. Graham. — DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.2107.13586> // Cornell University arXiv:2107.13586v1 [cs.CL] 28 Jul 2021. С. 1–28. URL: <https://arxiv.org/abs/2107.13586> (дата обращения: 28.04.2025).
10. N.S. Keskar. CTRL: A Conditional Transformer Language Model for Controllable Generation / N.S. Keskar, B. McCann, L.R. Varshney, C. Xiong, R. Socher. — DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.1909.05858> // Cornell University. arXiv:1909.05858v2 [cs.CL] 20 Sep 2019. С. 2–18. URL: <https://arxiv.org/abs/1909.05858> (дата обращения: 28.04.2025).
11. A. Chowdhery. PaLM: Scaling Language Modeling with Pathways/ A. Chowdhery, S. Narang, J. Devlin, M. Bosma, G. Mishra, A. Roberts, P. Barham, H. Won Chung, C. Sutton, S. Gehrmann. — DOI <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.02311> // Cornell University. arXiv:2204.02311v5 [cs.CL] 5 Oct 2022. С 36–50. URL: <https://arxiv.org/abs/2204.02311> (дата обращения: 28.04.2025).

Sedukin Sergey Olegovich

Joint Stock Company «Omskavtodor», Omsk, Russia
Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia
E-mail: sergeisedukin@yandex.ru

Kodentseva Julia Viktorovna

Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, Russia
E-mail: kodjul78@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6548-1907>

RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=196660

SCOPUS: <https://www.scopus.com/authid/detail.url?authorId=57214226555>

An ontological model for decision-making management at the operational stage of the regional road network life cycle

Abstract. The article presents the development of a foundational ontological model for managing road infrastructure projects, utilizing digital twin technologies and artificial intelligence methods. Unlike existing solutions, the proposed model enables deep integration of heterogeneous data into a unified semantic framework, minimizing information gaps, improving decision-making accuracy, and reducing human factor influence in the decision-making process.

The study details an ontological approach to formalizing key entities, their attributes, and relationships within road infrastructure management. Special emphasis is placed on processing unstructured data, including citizen complaints, contractor reports, and automated road condition monitoring results. For textual data analysis, advanced natural language processing algorithms based on neural network architectures are employed, alongside machine learning methods that enable automatic classification and extraction of critical parameters: defect locations, problem types, severity levels, responsible organizations, and response timelines.

The core advantage of the proposed model lies in its ability to dynamically integrate data from disparate sources—such as geospatial data, sensor readings, regulatory documents, and reports—into a unified semantic network. This not only eliminates information fragmentation but also ensures decision-making consistency across all levels. An additional benefit is the model's predictive capability, allowing defect progression forecasting and resource planning optimization based on historical data and predictive analytics. Testing results confirm improved road infrastructure management efficiency through reduced data processing time and enhanced accuracy in identifying problem areas.

Keywords: ontological model; digital twin; artificial intelligence; natural language processing; road project management; machine learning; predictive analytics