

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» <https://resources.today>
Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling

2025, Том 12, № 2 / 2025, Vol. 12, Iss. 2 <https://resources.today/issue-2-2025.html>

URL статьи: <https://resources.today/PDF/09NZOR225.pdf>

DOI: 10.15862/09NZOR225 (<https://doi.org/10.15862/09NZOR225>)

1.6.20. Геоинформатика, картография (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Меньшиков, С. В. Внедрение геоинформационных технологий для усовершенствования процесса управления автомобильными дорогами / С. В. Меньшиков // Отходы и ресурсы. — 2025. — Т. 12. — № 2. — URL: <https://resources.today/PDF/09NZOR225.pdf>. DOI: 10.15862/09NZOR225.

For citation:

Menshikov S.V. Introduction of geoinformation technologies to improve the process of highway management. *Russian Journal of Resources, Conservation and Recycling*. 2025;12(2): 09NZOR225. Available at: <https://resources.today/PDF/09NZOR225.pdf>. DOI: 10.15862/09NZOR225. (In Russ., abstract in Eng.).

УДК 625.72:004.9

Меньшиков Сергей Васильевич

ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет», Ухта, Россия
Преподаватель военного учебного центра
E-mail: serg2vk@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8430-6848>

Внедрение геоинформационных технологий для усовершенствования процесса управления автомобильными дорогами

Аннотация. Введение. Несомненно, транспорт является основой экономики любой страны. Благодаря транспортным системам товары и люди могут эффективно перемещаться на любые расстояния. В связи с этим вопросы улучшения транспортного обслуживания, строительства и управления дорогами приобретают особую актуальность и значимость. В решении данной задачи заметную роль играют современные информационные технологии, к числу которых относятся географические информационные системы. Это компьютерные системы находят свое широкое применение для управления автомобильными дорогами, планирования маршрутов, оценки состояния окружающей среды, управления строительством и обеспечения транспортной безопасности. Цель исследования — рассмотреть особенности и преимущества использования геоинформационных технологий для усовершенствования процесса управления автомобильными дорогами. Уделить отдельное внимание характеристики географических информационных систем, их возможностям и сферам применения в транспортной отрасли. Объекты и методы. Объектами исследования являются геоинформационные технологии, предназначенные для управления автомобильными дорогами. Результаты. В процессе исследования представлен алгоритм применения географических информационных систем в течение всего жизненного цикла автомобильной дороги. Также обозначены проблемы, сопровождающие создание единого информационного пространства управления магистралями и полномасштабное внедрение географических информационных систем. Из числа данных проблем выделены такие как: выбор оптимальной модели данных, отсутствие вертикальной и горизонтальной связи на всех уровнях информационных систем, проблема сбора и обновления информации, проблема конвертации данных из двухмерного формата в трехмерный. Выводы. На конкретных примерах обозначены возможности и преимущества внедрения географических информационных систем в автодорожном менеджменте, в частности, в процессе выбора и

планирования участка для строительства дороги, в ходе интеграции данных, управления активами автомобильной дороги и т. д.

Ключевые слова: геоинформационная система; автомобильная дорога; кадастр; технологии; индустрия; управление; данные

Введение

Транспортная инфраструктура играет решающую роль в развитии и функционировании современного общества. От дорожных сетей до систем общественного транспорта — эффективное управление имеет важное значение для обеспечения бесперебойного перемещения людей и грузов, минимизации заторов и повышения общей мобильности [1].

Успешное планирование и содержание инфраструктуры автомобильных дорог требует значительных инвестиций в виде времени, человеческих ресурсов и денег. Ежегодно миллиарды долларов тратятся на поддержание инфраструктуры автодорог во всех странах мира посредством новых строительных проектов, содержания уже существующих магистралей и восстановительных работ. Растущая урбанизация привела к увеличению спроса на инфраструктуру автомобильных дорог, в результате чего транспортные системы становятся все более сложными [2]. Следовательно, невозможно переоценить необходимость оптимального распределения ограниченных ресурсов для поддержания и улучшения состояния транспортной инфраструктуры. Эти факторы, помимо прочего, существенно влияют на расходование государственных средств, которые направляются на развитие инфраструктуры автомобильных дорог, тем самым привлекая повышенное внимание общественности к бюджетному планированию и распределению ресурсов [3].

С учетом выше обозначенных факторов и ограничений, принятие обоснованных и эффективных управленческих решений по оптимизации транспортного процесса возможно только на основе обработки данных и анализа больших объемов информации о функционировании транспортной системы на уровне страны, региона, города и отдельного населенного пункта. Все это в совокупности формирует огромные базы пространственно-локализованной информации, результативным инструментом синтеза которой являются геоинформационные системы (ГИС) и геоинформационные технологии (ГИТ) [4].

Транспорт по своей сути представляет собой геопространственную деятельность, включающую перемещение людей и/или вещей из одного географического места в другое [5]. Поэтому неудивительно, что большая часть данных, необходимых для поддержки транспортного планирования, операций и управленческих решений, включает местоположение в качестве ключевого атрибута. И в данном контексте ГИС позволяют планировать, управлять и обслуживать дорожную инфраструктуру с помощью динамических карт, которые отображают геоданные в реальном времени. На основе онлайн-ГИС, можно получать различную информацию из многочисленных систем и объединять ее на одной общей платформе [6].

Анализ публикаций по теме исследования. Вопросы, связанные с применением ГИС в целом в различных сферах деятельности и отраслях промышленности, рассматривают в своих трудах Позняк И.И., Холуянов А.А., Лосенков М.А., Беляева Н.А., Шевцов М.Н., Румановский И.Г., Jyh-Cherng Jong, Manoj K. Jha, Paul Schonfeld.

Особенности внедрения ГИС в контур управления автомобильными дорогами нашли свое отражение в трудах Тургунова И.Б., Тухтабаева М.А., Павлова С.В., Соколовой А.В., Hosin Lee, Pamela Clover, Manoj K. Jha, Cyrus McCall, Paul Schonfeld.

Над разработкой концептуальной модели данных для управления дорожной инфраструктурой

с использованием различных стандартов ГИС, таких как CityGML, LandInfra, INSPIRE трудятся Лебедева О.А., Джавахадзе А.А., Готовцев А.В., Базан А.В., Лукина А.В., Chris Harding, Reginald R. Souleyrette, Eungcheol Kim, Manoj K. Jha, David J. Lovell, Paul Schonfeld.

Нерешенные части общей проблемы. Проведенный анализ современных научных работ в сфере геоинформационных систем показал, что в существующих публикациях некоторые вопросы по использованию ГИС-технологий в транспортных системах недостаточно освещены и требуют дальнейшего изучения и анализа. Так, отдельного внимания заслуживает задача интеграции существующих систем и данных с помощью ГИС, что позволит использовать современную сервис-ориентированную архитектуру, расширит возможности создания корпоративных приложений и объединения информации, такой как данные о количестве транспорта, состоянии дорожного покрытия и статистике аварий, в единое приложение для комплексного анализа. Кроме того, в усовершенствовании нуждаются методы представления технических и эксплуатационных характеристик автомобильных дорог в цифровой вычислительной среде.

Цель работы заключается в рассмотрении возможностей внедрения и использования геоинформационных технологий для усовершенствования процесса управления автомобильными дорогами.

В **задачи** входило изучение особенностей и перспектив применения ГИС как инструмента управления транспортными системами.

Методы исследования: анализ, синтез, сравнение, обобщение, моделирование, группировка, систематизация.

Результаты

Прежде всего, отметим, что ГИС — это компьютерные системы, используемые для управления автомобильными дорогами, планирования маршрутов, экологических оценок, управления строительством и обеспечения транспортной безопасности [7; 8]. Проектирование данных ГИС включает в себя создание, организацию и обработку географической информации для анализа и принятия решений. С этой целью используются геопространственные данные, включая карты, спутниковые снимки и различные слои данных, которые позволяют получить ценную информацию о физической среде. Благодаря интеграции пространственных и непространственных данных, разработка ГИС позволяет специалистам по транспорту понять сложные взаимосвязи и принять обоснованные решения [9].

На сегодняшний день для принятия некоторых решений при управлении сетью автомобильных дорог используются различные информационные системы, функционирующие независимо друг от друга. Технические средства сбора информации для отдельных информационных систем предоставляют сведения в разных форматах, что исключает возможность их анализа едиными программными комплексами [10].

Опрос, проведенный в разных городах Европы, позволяет прийти к выводу, что использование дорожными департаментами информационных систем для целей управления дорожным активами крайне фрагментарное и несистемное. В большинстве своем функционал применяется на базовом, элементарном уровне. Результаты опроса представлены в таблице (табл. 1).

Однако очевидным является тот факт, что задачи дорожной отрасли нельзя рассматривать отдельно. Для их решения должен применяться комплексный подход, который поможет избежать ненужного дублирования и сохранит трудовые, материальные и финансовые ресурсы.

Таблица 1

Варианты использования информационных технологий государственными департаментами транспорта для управления транспортными активами

	Базовая визуализация — данные			Базовая визуализация — аудитория и методы просмотра				Геопространственный анализ		
	Инвентарь	Текущие атрибуты	Атрибуты будущего	Внутренние статические карты	Внешние статические карты	Внутренние интерактивные карты	Внешние интерактивные карты	Запросы на основе местоположения	Статистический анализ	Оптимизация решений
Департамент транспорта Гамбурга	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
Департамент транспорта Парижа	✓	✓		✓	✓	✓	✓			
Департамент транспорта Милана	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Департамент транспорта Вены	✓	✓		✓	✓	✓				
Департамент транспорта Варшавы	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓		✓
Департамент транспорта Братиславы	✓	✓		✓	✓	✓		✓		

[11]

С учетом вышеприведенного, по мнению автора, основной целью внедрения ГИТ является создание единой ГИС автомобильных дорог, что позволит вырабатывать эффективные решения на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги: от планирования развития сети дорог до проектирования строительства, ремонтов и эксплуатационного содержания (рис. 1).

Представленная на рисунке единая модель, необходима для устранения многократного дублирования работ на этапах всего жизненного цикла автомобильной дороги. При создании единого информационного пространства и полномасштабного внедрения ГИС автомобильных дорог возникает ряд проблем, как специфических, так и дорожных. Рассмотрим их более подробно.

1. Выбор оптимальной модели данных. В дорожной отрасли этот вопрос стоит особенно остро вследствие сложности и разнообразия информации об объектах дорожной инфраструктуры. Разработка единой модели должна основываться на таких основных принципах как: обеспечение поддержки различных типов данных, их надежное хранение, совместимость с другими системами и др.

2. Отсутствие вертикальной связи на всех уровнях информационных систем. Разобщенность вертикальных связей объясняется несовместимостью форматов данных различных информационных систем.

3. Отсутствие горизонтальной связи между подобными информационными системами. Горизонтальная разобщенность является следствием отсутствия единой концепции создания и развития таких систем.

4. В дорожной отрасли остро стоит проблема сбора и обновления информации. Паспортизация и диагностика объектов дорожной инфраструктуры всегда была одной из самых злободневных проблем [12]. Действующие нормативные документы, технологии и дорожные лаборатории в большинстве своем существенно устарели или не соответствуют требованиям

нынешней ситуации. Что и как будет определяться в результате паспортизации, точность, достоверность данных, их оперативная актуализация — это лишь малая часть задач, которые необходимо решить.

5. Большинство данных по управлению дорожным хозяйством в настоящее время хранятся в двумерных (2D) геопространственных формах. Однако информационные системы управления автомобильными дорогами на основе 2D ограничены в своей способности представлять сложную информацию о дорожных активах, включая развязки, мосты, туннели, подземные переходы и эстакады, а также другие дорожные и придорожные объекты. Кроме того, в контексте управления автомагистралями, являющихся частью дорожной инфраструктуры, которая представляет собой сложные дорожные сети и инвентаризации, а также интеллектуальные транспортные системы, анализ транспортных потоков, ориентированных на полосы движения, требует многомерной модели геоданных [13]. В этом отношении дорожная информация на основе ГИС позволит не только лучше представить сложность дорожных активов, но и улучшить практику управления дорогами, с возможностью учета жизненного цикла инфраструктуры и моделей населенных пунктов.



Рисунок 1. Использование ГИС технологий в течение жизненного цикла автомобильной дороги (разработано автором)

Рассмотрим на конкретных примерах, каким образом ГИС позволяет усовершенствовать процесс управления автомобильными дорогами в рамках выделенных на рисунке 1 этапов.

Выбор и планирование участка: ГИС позволяет руководителям проектов анализировать различные географические факторы, такие как рельеф, типы почвы, землепользование и экологические аспекты. Это помогает выбрать подходящие участки для строительства дорог и оптимизировать маршрут и трассу проекта.

Основные функции ГИС в этом отношении включают в себя, помимо прочего, возможность интеграции данных из разнородных источников информации о дорогах и визуальное отображение проектов в более удобной форме [14].

Кроме того, ГИС дает автодорожным агентствам возможность выполнять пространственные запросы и анализировать конфликты, что до сих пор было бы трудно осуществить в среде исключительно баз данных.

Интеграция данных: программное обеспечение на базе ГИС дает возможность объединить в единую платформу различные источники данных, включая спутниковые снимки, съемки с беспилотников, данные LiDAR и сведения с поверхности земли. Такой комплексный набор данных обеспечивает целостное представление о территории проекта и помогает принимать обоснованные решения.

Визуализация проекта: ГИС предоставляет мощные средства визуализации, такие как 3D-модели и интерактивные карты, для отображения проекта дорожного строительства [11]. Подобного рода визуальное представление помогает заинтересованным сторонам лучше понять масштаб проекта и его потенциальное воздействие.

Картирование коммунальных сетей: ГИС может включать данные о коммунальной инфраструктуре, такой как водопроводы, электрические линии и подземные кабели, чтобы избежать конфликтов во время строительства и эксплуатации дороги. Это минимизирует риск повреждения существующих коммуникаций и обеспечивает безопасность движения.

Оценка воздействия на окружающую среду: программное обеспечение на базе ГИС облегчает оценку воздействия на окружающую среду, накладывая планы строительства и ремонта дорог на чувствительные экологические районы, места обитания диких животных и охраняемые зоны [15]. Это позволяет руководителям проектов принимать меры по минимизации воздействия на окружающую среду.

Отслеживание хода работ в режиме реального времени: программное обеспечение для мониторинга проектов на базе ГИС дает возможность инспектировать ход строительства в режиме реального времени с помощью данных GPS, полученных от строительного оборудования и транспортных средств. Руководители проекта могут контролировать выполненные работы, расход ресурсов и выявлять возможные задержки [16; 17].

Анализ рисков: ГИС позволяет выявлять и анализировать потенциальные риски и опасности, связанные с эксплуатацией дороги. Оценивая такие факторы, как близость к зонам, подверженным наводнениям, или геологическая нестабильность, руководители проектов могут заблаговременно устранять риски.

Управление ресурсами: ГИС может помочь оптимизировать распределение ресурсов, анализируя такие факторы, как источники материалов, маршруты транспортировки и места хранения. Эффективное управление ресурсами приводит к экономии средств и оптимизации процессов обслуживания дороги [18].

Сотрудничество с заинтересованными сторонами: платформы на базе ГИС обеспечивают централизованное хранение данных о дороге и облегчают сотрудничество между различными заинтересованными сторонами, включая подрядчиков, инженеров и государственные учреждения. Это упрощает коммуникацию и позволяет всем оставаться в курсе событий.

Управление активами автомобильной дороги: после возведения магистрали ГИС можно использовать для текущего управления активами, включая планирование технического обслуживания и ремонта. Управление активами на основе ГИС помогает продлить срок службы дороги и снизить долгосрочные затраты. Например, мобильная ГИС-технология Esri позволяет бригадам технического обслуживания и инспекции транспорта экономить время при сборе и обновлении информации из удаленных мест [19]. Используя устройства с поддержкой GPS и ГИС, полевые бригады точно собирают информацию с мест и беспрепятственно обновляют корпоративные базы данных, расположенные в офисе, в режиме реального времени.

Выявление дублирующих проектов. При существующем состоянии планирования работ по обслуживанию автомобильных дорог существует риск реализации проектов, объем работ по которым может быть покрыт или компенсирован дублирующими работами по техническому обслуживанию и ремонту, выполняемыми другой функциональной группой. Основным преимуществом инструмента на базе ГИС является его способность синтезировать все дублирующие проекты внутри и между различными базами данных. Случаи избыточных или ненужных проектов возникают, когда функциональная группа по техническому обслуживанию планирует работы, которые входят в сферу проектов в другой базе данных [20]. Например, было бы излишним планировать и выделять средства на нанесение разметки на участок дороги, на котором через несколько месяцев запланирован проект «Герметичное покрытие». Герметизация включает в себя новую обработку поверхности дороги и нанесение полос, что требует новой разметки полос движения. Предотвращая переход такого проекта на стадию разработки, сотрудники могут сэкономить бюджетные средства.

Интегрированное планирование и визуализация. В дорожных агентствах и службах существует постоянная проблема интеграции планов различных функциональных групп с индивидуальными целями и приоритетами, которая усугубляется использованием различных информационных систем. Применяя визуализацию данных о проектах на основе ГИС, сотрудники разных отделов, которые принимают решения о планировании проектов, могут получить доступ к полезной информации из других отделов и использовать ее [18]. Использование преимуществ пространственной контекстуализации данных в ГИС позволит получить доступ и рассмотреть запланированные проекты по техническому обслуживанию и ремонту дорог при планировании капитальных проектов и наоборот.

Внедрение геоинформационных технологий в процесс управления автомобильными дорогами связано со значительными трудовыми и материальными затратами [19]. Поэтому необходимо разработать такую схему внедрения, когда некоторые результаты работы ГИС можно использовать уже на первом этапе, а далее лишь расширять и адаптировать их под конкретные задачи. Самым важным шагом при внедрении ГИС является понимание существующего дизайна базы данных и планирование разработки модели, которая позволит интегрировать новую технологию в старую, устоявшуюся вычислительную среду. Связь между существующей СУБД и ГИС зависит от нескольких факторов, в том числе от соблюдения соглашения об именовании и типа данных, используемых в СУБД, в частности для ключевых атрибутов и стандартов данных, которые могут существовать в рамках конкретных систем.

В данном контексте по мнению автора, наиболее оптимальным концептуальным подходом является использование метода динамического программирования, с использованием которого существует возможность разработки модели постепенного (пошагового) внедрения ГИС в контур менеджмента автомобильных дорог, что позволит на каждом конкретном этапе принимать оптимальные решения и в конечном итоге получить максимальный экономический эффект.

Очертим более детально основные шаги построения такой модели.

Этап 1: Сбор исходных данных.

Первым шагом должно стать определение соответствующих источников данных и типов данных, которые необходимы для разработки инструмента управления автодорогами на основе ГИС. Используемые источники могут быть разделены на следующие группы: файлы форм ГИС, данные инвентаризации автодорог, данные проектов строительства и данные проектов ремонта автомагистралей. После определения и получения необходимых данных следующим шагом должна стать обработка данных для обеспечения того, чтобы все записи содержали точные значения пространственных атрибутов в формате, совместимом с ГИС.

Этап 2: Обработка данных / геообработка.

Обработка данных, по мнению автора, должна осуществляться в два этапа — непосредственно обработка данных и геообработка с использованием ГИС. Первый этап включал обработку данных в электронных таблицах для извлеченных данных по проектам. Это включает в себя очистку, проверку и сортировку данных. Очистка данных заключается в выявлении и устранении ошибок и несоответствий в данных с целью повышения их качества.

Второй этап включал в себя объединение данных в геопространственной среде. Слои маршрутных событий могут быть созданы с использованием шейп-файла сети автомагистралей и обработанных данных по проектам. Для геопространственных операций целесообразно использовать специализированное программное обеспечение, например, ArcGIS компании ESRI.

Этап 3: Визуализация результатов (слои).

На этом этапе необходимо данные по всем проектам визуализировать в виде слоев характеристик в соответствии с конкретной территорией, типом проекта и финансовым годом. Также целесообразно провести анализы внутри базы данных и между базами данных, которые могут быть добавлены в качестве слоев.

Этап 4: Добавление пользовательских функций.

Тематические карты — это не конечный продукт ГИС, а средство хранения и представления информации, необходимой для анализа и принятия решений. Поэтому помимо полученных тематических карт, в ГИС необходимо определить другие функции, которые необходимы для управления автодорогами. К их числу могут быть отнесены следующие отчетность, запросы, прогнозирование, аналитика и т. д. Например, планировщикам могут быть полезны две пользовательские функции для извлечения информации из пространственной базы данных. Первая функция позволяет выполнять пространственно-временные запросы из интегрированной базы данных. Вторая — использоваться для проведения пространственно-временного анализа конфликтов на любом количестве слоев, чтобы исследовать потенциальные ошибки планирования проектов. Под конфликтующими проектами в данном контексте понимается ряд (2 или более) проектов, которые находятся в разных информационных системах, но запланированы к выполнению на одном и том же участке дорожного покрытия в одни и те же сроки.

Выводы

Анализ результатов выполненного исследования позволяет сделать следующие выводы и рекомендации.

1. Процесс управления автомобильными дорогами является сложным: множество источников финансирования с ограничениями, различные периоды планирования, широкий спектр заинтересованных сторон внутри и вне проектов, значительный перечень строительных и экологических норм, которые необходимо соблюдать.

2. С помощью существующих инструментов и баз данных эффективно решить все задачи и учесть ограничения достаточно проблематично.
3. Описаны возможности и преимущества использования инструмента ГИС для интеграции разрозненных источников данных в единый визуальный интерфейс, что позволит повысить эффективность управления магистралями.
4. ГИС упрощает выявление проблем и возможностей, сокращая время планирования и увеличивая возможности по более эффективному использованию ограниченных ресурсов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еремеев С.В., Егай М.В., Абакумов А.В. Геоинформационная технология для планирования и учета дорожного покрытия // Геоинформатика. 2022. № 2. С. 18–24. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48967527> (дата обращения: 27.05.2025).
2. Auja Ominski, Puteri Paramita Development and attribution of a linear referencing system for managing and disseminating traffic volume data on rural highway networks // The Canadian Geographer. 2021. Volume 66, Issue 2. P. 23–29. — URL: https://www.researchgate.net/publication/353530361_Development_and_attribution_of_a_linear_referencing_system_for_managing_and_disseminating_traffic_volume_data_on_rural_highway_networks (дата обращения: 27.05.2025).
3. Пентаев Т., Тумажанова С.О., Абдуалиева А.А. Совершенствование методов геодезического обслуживания с помощью информационных систем // The Scientific Heritage. 2022. № 85-1(85). С. 39–41. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48043151> (дата обращения: 27.05.2025).
4. Joe Weber Discrepancies in the spatial extent of common GIS highway networks // Transactions in GIS. 2021. Volume 25, Issue 3. P. 112–119. — URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/tgis.12743> (дата обращения: 27.05.2025).
5. Пугачев И.Н., Шешера Н.Г., Щеглов В.И. Анализ геометрических элементов дорог с помощью современных геоинформационных систем при оценке их аварийности // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 3(86). С. 127–133. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=46531906> (дата обращения: 27.05.2025).
6. Жарченко К.А., Вилков С.А. Значимость диагностики и оценки состояния автомобильных дорог с помощью геоинформационной системы // Вопросы устойчивого развития общества. 2022. № 6. С. 1247–1254. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48732902> (дата обращения: 27.05.2025).
7. Чекина Е.В., Михеева Т.И., Раптанова П.А. Использование средств цифрового проектирования организации дорожного движения на базе геоинформационных систем // Научно-технический вестник Поволжья. 2022. № 12. С. 189–192. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=50076341> (дата обращения: 27.05.2025).
8. Хафизов Э.Р., Малахова Г.Ш. Сравнение и анализ эффективности применения программных комплексов в области управления состоянием автомобильных дорог на примере дорожной сети республики Татарстан // Автомобильные дороги и транспортная инфраструктура. 2023. № 2(2). С. 70–77. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54783691> (дата обращения: 27.05.2025).

9. Горяева Е.В., Кустов А.Н. Опыт автоматизированного проектирования линейного сооружения в многофункциональной геоинформационной системе // Молодой ученый. 2022. № 12(407). С. 37–41. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48201454> (дата обращения: 27.05.2025).
10. Бударова В.А., Шамсудинов В.А. Методы автоматизированного выявления дорожных сетей и построения графов // Столыпинский вестник. 2022. Т. 4. № 2. С. 110–119. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=48808404> (дата обращения: 27.05.2025).
11. Joe Weber Discrepancies in the spatial extent of common GIS highway networks // Transactions in GIS. 2021. Volume 25, Issue 3. P. 1565–1576. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72274641> (дата обращения: 30.05.2025).
12. Avijit Maji A modified motion planning algorithm for horizontal highway alignment development // Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering. 2020. Volume 35, Issue 8. P. 34–39. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=78874748> (дата обращения: 27.05.2025).
13. Обутов К.А., Саввинова А.Н. Пространственный анализ внутрирайонной транспортной доступности с использованием сетевого гис-анализа // Вестник Северо-Восточного федерального университета имени М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. 2023. № 4(32). С. 111–118. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=56114126> (дата обращения: 27.05.2025).
14. Auja Ominski, Puteri Paramita Development and attribution of a linear referencing system for managing and disseminating traffic volume data on rural highway networks // The Canadian Geographer. 2022. Volume 66, Issue 2. P. 337–352. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=72253844> (дата обращения: 27.05.2025).
15. Еремин Р.А., Пудова Н.Г., Романов Д.Б. Пространственный анализ георадарных данных // Дороги и мосты. 2023. № 1(49). С. 145–157. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=54012569> (дата обращения: 30.05.2025).
16. Shuangjie Wang, Fujun Niu Permafrost research in China related to express highway construction // Permafrost and Periglacial Processes. 2020. Volume 31, Issue 3. P. 209–215. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=78026836> (дата обращения: 30.05.2025).
17. Катаров В.К., Рожин Д.В., Сюнёв В.С. Оптимальное проектирование сети лесных дорог: от методов к решениям // Resources and Technology. 2023. Т. 20. № 3. С. 32–47. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=65145545> (дата обращения: 30.05.2025).
18. Moon-Soo Song, Sang-Guk Yum Development of an evaluation indicator for highway climate change adaptation projects based on analytical hierarchy process in South Korea // Meteorological Applications. 2024. Volume 31, Issue 2. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=66635037> (дата обращения: 30.05.2025).
19. Xiao Liu, Jun Liang Dynamic motion planner with trajectory optimisation for automated highway lane-changing driving // IET Intelligent Transport Systems. 2020. Volume 14, Issue 14. P. 2133–2140. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=79483270> (дата обращения: 30.05.2025).
20. Гагина И.С. Планирование транспортной инфраструктуры для пространственного развития саратовской агломерации // Московский экономический журнал. 2024. Т. 9. № 1. — URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=61043920> (дата обращения: 30.05.2025).

Menshikov Sergei Vasilievich

Ukhta State Technical University, Ukhta, Russia

E-mail: serg2vk@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8430-6848>

Introduction of geoinformation technologies to improve the process of highway management

Abstract. Introduction. Transport is undoubtedly the backbone of any country's economy. Transport systems allow goods and people to travel efficiently over any distance. In this context, the improvement of transport services, construction and road management is particularly important. Modern information technologies, including geographic information systems, play a prominent role in this task. These computer systems are widely used for road management, route planning, environmental assessment, construction management and transport safety. The purpose of the study — to consider the features and benefits of using geo-information technologies to improve road management. Pay special attention to the characteristics of geographic information systems, their capabilities and fields of application in the transport industry. Objects and methods. The subjects of research are geoinformation technologies intended for road management. Results. The study presents an algorithm for the application of geographic information systems throughout the entire life cycle of a road. The problems associated with the creation of a single information space for the management of the main routes and the full implementation of geographical information systems are also outlined. Among the problems highlighted are: choice of optimal data model, lack of vertical and horizontal communication at all levels of information systems, problem of collection and updating of information, problem of conversion of data from two-dimensional format to three-dimensional. Conclusions. The opportunities and advantages of introducing geographic information systems in road management, in particular in the process of selection and planning of a section for road construction, in the course of data integration, are shown by concrete examples, Management of assets of road, etc.

Keywords: geoinformation system; highway; cadastre; technology; industry; management; data