

Научная статья
УДК 377:378
doi: 10.46684/2687-1033.2023.4.398-405

Практическое использование геоинформационных систем на железнодорожном транспорте

А.М. Шишов

Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения (КЖТ УрГУПС);
г. Екатеринбург, Россия; ashishov@usurt.ru

АННОТАЦИЯ

Представлены цели и задачи геоинформационных систем (ГИС). В современном мире ГИС используются в различных областях, таких как геология, картография, экология, городское планирование и транспорт. ГИС позволяют анализировать геопространственные данные, создавать карты и моделирующие среды.

Описываются конкретные задачи, которые решает ГИС, такие как анализ и прогнозирование изменений в геопространстве, оптимизация процессов, управление ресурсами и мониторинг изменений в окружающей среде. Также рассматриваются новые технологии в области ГИС — облачные вычисления и мобильные приложения, которые делают ГИС более доступными и удобными для использования. Отмечается, что ГИС являются мощным инструментом для принятия важных решений в различных областях науки и промышленности.

Геоинформационные системы играют важную роль в железнодорожном транспорте. Подчеркивается, что качественная подготовка специалистов в этой сфере служит необходимостью, чтобы результативно использовать возможности ГИС для оптимизации железнодорожных перевозок. Развитие квалификации специалистов, знакомство с новыми технологиями и программным обеспечением позволят повысить эффективность работы железнодорожного транспорта и обеспечить безопасность пассажиров и грузов.

Ключевые слова: геоинформационная среда; планирование; управление; перевозка; железная дорога; маршрут; картография; программа; геодезия

Для цитирования: Шишов А.М. Практическое использование геоинформационных систем на железнодорожном транспорте // Техник транспорта: образование и практика. 2023. Т. 4. Вып. 4. С. 398–405. <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.4.398-405>.

Original article

Practical use of geographic information systems in railway transport

Alexey M. Shishov

College of Railway Transport of the Ural State University of Railway Transport (College of Railway Transport of the USURT);
Ekaterinburg, Russian Federation; ashishov@usurt.ru

ABSTRACT

The article considers the goals and objectives of geographic information systems (GIS). In today's world, GIS is used in various fields such as geology, cartography, ecology, urban planning and transportation. GIS allows you to manage and analyze geospatial data, create maps and modeling environments. The article describes specific tasks that GIS solves, such as analysis and prediction of changes in geospace, process optimization, resource management and monitoring of changes in the environment. It also discusses new GIS technologies such as cloud computing and mobile applications that make GIS more accessible and user-friendly. The article notes that GIS are a powerful tool for making important decisions in various fields of science and industry.

Keywords: geoinformation environment; planning; management; transportation, railway; route; cartography; program; geodesy

For citation: Shishov A.M. Practical use of geographic information systems in railway transport. *Transport technician: education and practice*. 2023;4(4):398-405. (In Russ.). <https://doi.org/10.46684/2687-1033.2023.4.398-405>.

© А.М. Шишов, 2023

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время геоинформационные системы (ГИС) играют ключевую роль в различных областях, включая географию, картографию, экологию, градостроительство, промышленность, транспорт, сельское хозяйство и др. В связи с этим исследования в области ГИС актуальны.

Одной из главных причин важности изучения ГИС является их широкое использование в различных областях для управления и принятия решений. Например, в градостроительстве и охране окружающей среды ГИС применяются для планирования, оценки и прогнозирования изменений в городской среде и экологическом балансе; в промышленности — для управления и контроля крупных объектов, таких как нефтепроводы, газопроводы и электрические сети.

Исследования ГИС также имеют большое значение для транспорта и логистики. ГИС используются для планирования и оптимизации маршрутов, управления транспортными потоками и дистрибуции товаров. В сельском хозяйстве ГИС нашли применение для управления землепользованием, рационального использования водных ресурсов и предсказания урожайности.

Современные технологии и методы, связанные с ГИС, могут обеспечить новые возможности и решения для дальнейшего развития общества.

Геоинформационные системы — это инструмент для сбора, хранения, анализа и представления геоданных на карте. Он позволяет отображать пространственное расположение различных объектов и ресурсов, например, дорог, зданий, лесов, водоемов и т.д. Также ГИС может использоваться с целью анализа данных о состоянии объектов и их изменении во времени. С помощью ГИС можно проводить множество операций, например, создавать маршруты, определять площади и объемы, строить графики и диаграммы и т.д. [1].

ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИС

На основе набора данных о географической информации возможно выявление местоположения объектов, анализ изменений в ландшафте и территории, выработка рекомендаций по оптимизации использования земельных ресурсов и повышения эффективности использования транспортной инфраструктуры.

Задачи исследования включают: анализ доступных наборов геоданных, выбор и определение критериев актуализации и корректировки сведений, разработку методов обработки и анализа геоданных, моделирование изменений в ландшафте и определение тенденций развития территории,

определение ресурсного потенциала территории и прогнозирование использования земельных ресурсов, разработку мер по повышению эффективности транспортной инфраструктуры и снижению ее негативного влияния на окружающую среду и жизненный уровень населения.

Существует множество целей создания ГИС, которые зависят от конкретных потребностей пользователей.

1. Управление территориальными ресурсами: ГИС позволяет управлять географическими данными и ресурсами, такими как земельные участки, леса, реки, озера и т.д., для обеспечения эффективного использования и охраны.

2. Планирование: ГИС используется для анализа территории и принятия решений в различных областях, таких как градостроительство, здравоохранение, экология и транспорт.

3. Обеспечение безопасности: ГИС может помочь в улучшении безопасности населения путем предоставления информации о криминальных происшествиях, авариях на дорогах, наводнениях и других природных катастрофах.

Изучение территории. ГИС позволяют получить информацию о топографических особенностях местности, расположении географических объектов, наличии и распределении природных ресурсов, ландшафте и других параметрах, которые могут оказывать влияние на различные аспекты жизни

Планирование городской и транспортной инфраструктуры. ГИС помогают определять наилучшее расположение различных объектов (школ, больниц, парков и т.д.) и оптимальные маршруты проезда, наиболее выгодные места прокладки железных и автомобильных дорог

Разработка стратегии землепользования. ГИС позволяют анализировать условия использования земли, определять ее границы и выстраивать планы использования и охраны ресурсов

Анализ экономической ситуации. ГИС дают возможность проанализировать рынки, сбытовые каналы, логистику, распределение продукции и создать экономическую карту региона. Составление кадастра земель, принадлежащих железной дороге

Оценка экологического состояния территории. ГИС помогают анализировать загрязнение воздуха, воды и почвы, контролировать охрану природы и экологически важных территорий

Создание картографических материалов. ГИС позволяют создавать каждый вид карт, включая топографические карты, карты с рельефом, административные и тематические карты

Рис. 1. Задачи, решаемые с помощью ГИС

Современный уровень внедрения спутниковых технологий в холдинге ОАО «РЖД»



Рис. 2. Внедрение спутниковых технологий в ОАО «РЖД»

4. Разработка новых продуктов и услуг: ГИС позволяет разрабатывать новые продукты и услуги, основанные на географических данных, такие как мобильные приложения для навигации, онлайн-карты и т.д.

5. Научные исследования: ГИС используется для научных исследований в различных областях, таких как экология, археология, климатология и геология.

С помощью ГИС можно решать многие задачи (рис. 1).

ГИС НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Железная дорога является большим пространственно распределенным объектом, и поэтому пространственная информация всегда была незаменима при управлении дорогой. Следует также учитывать, что работа и состояние дороги во многом зависят от таких факторов, как природные условия; плотность населения; географическое расположение путей и станций, населенных пунктов, аэропортов, речных и морских портов. ГИС позволяет учитывать эти факторы, оценивать их влияние, проводить многомерный анализ состояния объектов [2].

Геоинформационные системы на железнодорожном транспорте могут быть использованы для различных целей, таких как управление движением поездов, планирование маршрутов, мониторинг состояния инфраструктуры и процесса эксплуатации поездов (рис. 2).

Одно из основных применений ГИС на железной дороге — это оптимизация движения поездов (рис. 3). С помощью ГИС можно отслеживать расписание прибытия и отправления поездов, а также получать информацию о состоянии путей

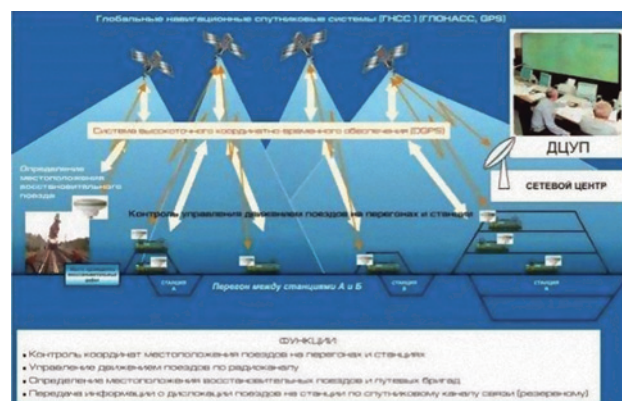


Рис. 3. Спутниковые технологии для управления движением поездов

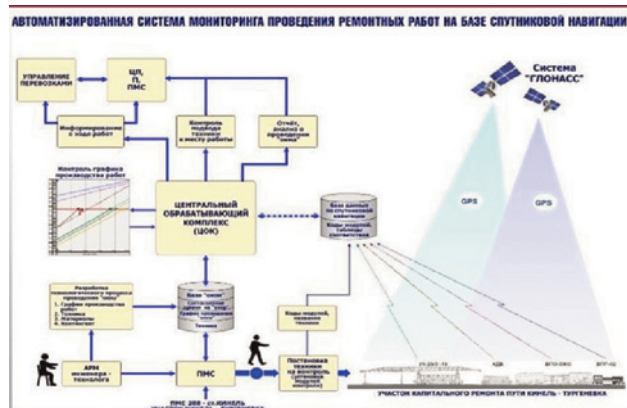


Рис. 4. Автоматизированная система мониторинга проведения ремонтных работ на базе спутниковой навигации

и строить оптимальные маршруты, что дает возможность сокращать время в пути и увеличивать количество перевозок [2].

Кроме того, ГИС используются для мониторинга состояния железнодорожной инфраструктуры. Например, системы ГИС могут автоматически отслеживать состояние путей и сигнализировать об их неисправностях, что позволяет оперативно реагировать на возможные поломки и предотвращать аварии.

С помощью ГИС можно планировать ремонтные работы и модернизацию железнодорожных объектов (рис. 4), например, определить участки путей и оборудования, которые нуждаются в ре-

монте, спланировать работы и оптимизировать расходы на ремонт.

ГИС могут использоваться и для мониторинга процесса эксплуатации поездов. Возможно отслеживать перемещение поездов, контролировать скорость движения, а также получать информацию о состоянии техники и оборудования в вагонах [3].

Таким образом, ГИС имеют широкий спектр применения на железнодорожном транспорте и позволяют увеличивать эффективность и безопасность перевозок, а также сокращать затраты на эксплуатацию и ремонт инфраструктуры.

Геоинформационная система переводит в электронный вид картографический материал, который используется в работе служб дороги, дает возможность отображать на картах и схемах расположение объектов и их состояние [4].

ГИС использует специальные программы и алгоритмы для сканирования или снятия изображений картографического материала и их перевода в электронный вид. Эти программы могут распознавать и конвертировать различные форматы файлов карт, такие как PDF, JPEG, TIFF, PNG и др. (рис. 5) [5].

После этого ГИС производит геопроецирование — прикрепление координатной системы к изображению карты для того, чтобы оно могло быть интерпретировано и использовано в ГИС. Затем ГИС применяет различные аналитические инструменты для обработки данных и создания интерактивных карт и других географических приложений [6].

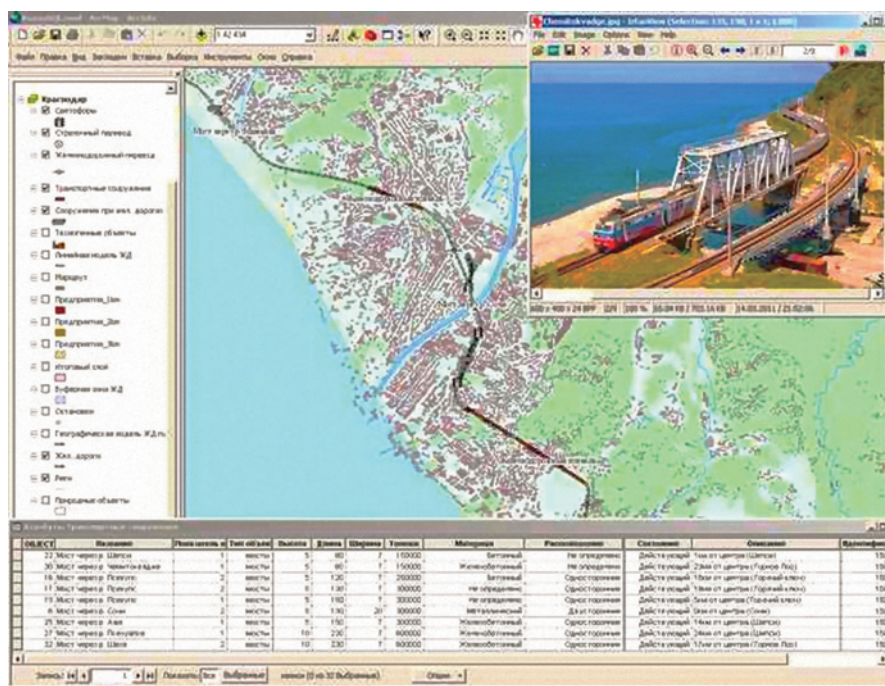


Рис. 5. Картографический материал в электронном виде

Таким образом, картографический материал превращается в электронный формат, который может быть быстро и удобно обработан, и передан в виде результата работы ГИС пользователям.

ТРУДНОСТИ РАЗРАБОТКИ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Существует несколько сложностей, связанных с разработкой геоинформационной системы на железной дороге. Некоторые из них перечислены на рис. 6.

Разработка ГИС на железной дороге может столкнуться с рядом сложностей, однако правильный подход к проектированию и разработке, учет всех особенностей и требований, поможет создать эффективную, удобную и безопасную систему для управления железнодорожным транспортом [6].

Серьезной проблемой являются вопросы секретности данных. Многие железнодорожные объекты относятся к стратегически важным, и сведения о них имеют высокую степень секретности. Актуальны и вопросы передачи данных. На дороге существует большое количество удаленных пользователей, которые в дальнейшем должны будут иметь доступ к ГИС. Существующие каналы связи не обеспечивают требуемой скорости передачи, но, возможно, нынешние темпы развития корпоративной сети передачи данных позволят решить эту проблему [7].

Несмотря на описанные трудности, разработка геоинформационной системы — перспективное направление, которое необходимо развивать не только в масштабе одной дороги. Возможно, применение ГИС-технологии будет полезным и для всей сети железных дорог России.

ГИС в транспортной сфере, в том числе на железной дороге, могут помочь повысить эффективность работы и оптимизировать процессы. Ниже перечислены некоторые из возможных преимуществ использования ГИС на железной дороге:

Управление транспортом: ГИС позволяют создавать оптимальные маршруты движения грузов, пассажиров и транспорта в целом. Это экономит время, минимизирует расходы на топливо и другие ресурсы, а также уменьшает загруженность инфраструктуры.

Мониторинг состояния железнодорожной инфраструктуры: с помощью ГИС можно проводить мониторинг состояния железнодорожной инфраструктуры, своевременно выявлять возможные проблемы и вовремя принимать меры по их устранению, предотвращая поломки и аварии.

Сложность и масштабность данных: железнодорожная инфраструктура охватывает огромные пространства, что приводит к большим объемам данных. Кроме того, информация на железной дороге часто имеет сложную структуру, содержит множество атрибутов и зависимостей, что усложняет ее обработку

Необходимость анализа в режиме реального времени: операции на железной дороге происходят в режиме реального времени, что требует от геоинформационной системы выполнения быстрых и точных расчетов, а также мгновенной корректировки маршрутов и планирования задач

Сложность анализа данных: железнодорожные данные представляют собой множество параметров, которые могут быть связаны друг с другом по различным критериям. Анализ этих данных может потребовать использования специализированных алгоритмов и методов машинного обучения

Безопасность: данные, связанные с железнодорожной инфраструктурой и грузами, требуют защиты от несанкционированного доступа, что усложняет разработку системы. Прогнозирование аварийных ситуаций, оценка и прогноз состояния железнодорожного пути, инженерных сооружений

Интероперабельность: геоинформационная система для железной дороги должна быть способна взаимодействовать и обмениваться данными с другими системами (например, управления транспортом или системами мониторинга). Составление кадастра земель, принадлежащих железной дороге

Обучение персонала: весь персонал, работающий с геоинформационной системой на железной дороге, должен быть обучен ее использованию и понимать принципы работы с геоинформационными данными. Печать карт, схем, планов

Рис. 6. Трудности, связанные с разработкой ГИС на железной дороге

Оперативное реагирование на изменения: благодаря ГИС можно оперативно реагировать на изменения в ситуации на железной дороге, например, на аварии, пробки и другие события. Это позволяет быстро корректировать маршруты движения транспорта и минимизировать задержки.

Повышение безопасности: с помощью ГИС можно создавать модели железнодорожной инфраструктуры и анализировать данные о происшествиях, что помогает выявлять потенциальные опасности и принимать меры по их устранению.

Аналитика данных: ГИС позволяют проводить анализ больших объемов данных, связанных с железнодорожным транспортом. Это может помочь в выявлении трендов и паттернов, оптимизации процессов и повышении эффективности работы системы железнодорожного транспорта.

Таким образом, использование ГИС на железной дороге может значительно улучшить процессы управления транспортом и инфраструктурой, повысить безопасность и оптимизировать процессы в целом [2]. В результате геоинформационная система повышает эффективность работы руководителей и оперативных работников.

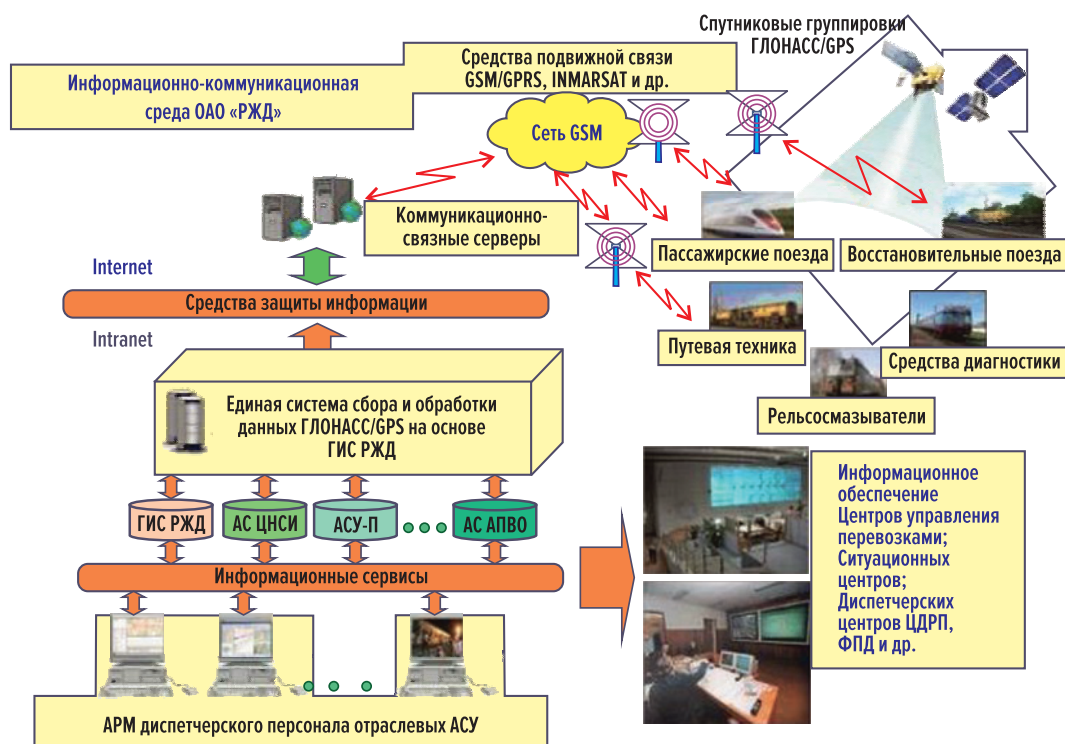


Рис. 7. Спутниковые технологии в системах диспетчерского управления подвижным составом

ГИС дает возможность собирать, анализировать и визуализировать информацию о расположении объектов на земле, таких как здания, дороги, трубопроводы, растительность, геологические формации и т.д. Это позволяет руководителям и оперативным работникам лучше понимать пространственную структуру окружающей среды и более эффективно управлять ею.

Например, ГИС может использоваться для *мониторинга* объектов и процессов в режиме реального времени, это поможет оперативным работникам отслеживать состояние железной дороги или электрических сетей, чтобы быстро реагировать на любые неполадки.

ГИС может применяться для *прогнозирования* различных явлений, таких как паводки, оползни, лесные пожары и т.д. Руководители могут использовать эти данные для разработки планов эвакуации и стратегий управления кризисными ситуациями.

Возможно использование ГИС для *планирования* различных проектов, таких как строительство железных дорог, гидротехнических сооружений и т.д. Руководители могут воспользоваться этими данными для определения наилучших мест для размещения объектов и оптимизации их конструкции.

Также с помощью ГИС возможна *оптимизация* различных процессов, таких как логистика, распределение ресурсов и т.д. Например, руководите-

ли компаний могут применять ГИС для определения наилучшего маршрута доставки товаров или определения наилучшего места для размещения складов.

В целом ГИС является полезным инструментом для руководителей и оперативных работников, поскольку он позволяет им более эффективно управлять окружающей средой и принимать обоснованные решения на основе точной информации о расположении объектов. А также совершенствует механизмы взаимодействия подразделений дороги.

Диспетчерская служба, которая использует геоинформационные технологии, может значительно улучшить процессы мониторинга и управления объектами в режиме реального времени (рис. 7). Например:

Определение местоположения: с помощью геоинформационных технологий можно определять местоположение различных объектов и персонала в режиме реального времени. Это позволяет быстро реагировать на изменения в ситуации и координировать действия.

Маршрутизация: геоинформационные технологии дают возможность создавать оптимальные маршруты для персонала или транспорта, учитывая текущую ситуацию на дорогах и другие факторы.

Анализ данных: с помощью геоинформационных технологий можно проводить анализ данных о перемещении персонала и транспорта, что

позволяет оптимизировать процессы и повысить эффективность работы.

Контроль за выполнением задач: благодаря геоинформационным технологиям можно контролировать выполнение задач персоналом и транспортом в режиме реального времени.

Управление кризисными ситуациями: в случае кризисных ситуаций, геоинформационные технологии позволяют быстро реагировать и координировать действия различных служб и персонала [6].

Использование геоинформационных технологий в диспетчерской службе может значительно повысить эффективность работы и улучшить контроль над объектами в режиме реального времени.

Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) третьего поколения существенно расширил учебный план дисциплины «Геодезия» именно за счет добавления в специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» объема в часах преподавания предмета с выделением раздела ГИС. Предмет называется «Инженерная геодезия и геоинформатика». Кроме того, предмет «Основы геодезии» введен в специальности 23.05.04 «Эксплуатация железных дорог». Данный раздел является ознакомлением с теоретическими основами, принципами функционирования и применения геоинформационных систем, дает возможность студентам изучить основные понятия геоинформатики. Кроме того, получение студентами представлений о новейших информационных технологиях, связанных с ГИС; формирование представлений о сфере применения ГИС, их возможностях, достоинствах и потенциале использования в соответствующих областях экологии, экономики, природопользования, науки и техники дают обучающимся возможность более полного овладения знаниями по специальностям [8].

В ситуации, когда у нас уже есть теоретические учебники по ГИС-образованию, основной педагогической задачей становится усиление практической составляющей обучения. Однако возникают проблемы с проведением практических занятий, так как материально-техническая база не полностью соответствует новым технологиям.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГИС представляет собой интеграционный проект в транспортной отрасли, который направлен

на реализацию комплекса мероприятий в области организации, технологий и программного обеспечения (ПО) для поддержки управления системой железнодорожного транспорта на основе ГИС-технологий. Участие выпускников транспортных образовательных учреждений в этом проекте является важным, так как они должны внести свой вклад в развитие и оптимизацию работы транспортной системы на основе ГИС-технологий.

Требуется переориентировать учебный процесс на более практическую составляющую с использованием современных технологий и ПО. Для этого могут быть использованы виртуальные лаборатории, онлайн-курсы с практическими заданиями, а также симуляторы работы с ГИС. Также следует решить вопрос с обновлением материально-технической базы и приобретением необходимых инструментов и оборудования для проведения практических занятий. В результате таких действий будет достигнута цель — повышение эффективности ГИС-образования за счет более активного использования практического компонента обучения.

Специалисты, работающие с геоинформационными системами на железнодорожном транспорте, должны обладать определенными знаниями и навыками. Качественная подготовка специалистов в этой сфере включает как теоретические знания, так и практические навыки работы с ПО и технологиями геоинформатики. Среди основных компетенций, которыми должны обладать специалисты геоинформатики в железнодорожной сфере, можно выделить следующие: знание основных принципов геоинформационных систем, умение работать с различными картографическими данными и базами геоданных, способность к анализу данных и принятию решений на основе геоинформации. В целом качественная подготовка специалистов в области геоинформатики является ключевым фактором для эффективного использования геоинформационных технологий в железнодорожном транспорте.

Геоинформационные системы играют важную роль в железнодорожном транспорте. В данной статье подчеркивается, что качественная подготовка специалистов в этой сфере служит необходимостью, чтобы результативно использовать возможности ГИС для оптимизации железнодорожных перевозок. Развитие квалификации специалистов, знакомство с новыми технологиями и ПО позволят повысить эффективность работы железнодорожного транспорта и обеспечить безопасность пассажиров и грузов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цветков В.Я. Основы геоинформатики. СПб.: Лань, 2023. 186 с. EDN ITOPEL.
2. Брын М.Я., Богомолова Е.С., Коугия В.А. и др. Инженерная геодезия и геоинформатика. Краткий курс. СПб.: Лань, 2022. 288 с.
3. Дубровский А.В. Геоинформационные системы: автоматизированное картографирование: учебно-методическое пособие. Новосибирск: СГУГиТ, 2021. 121 с.
4. Дубровский А.В., Малыгина О.И., Никитин В.Н., Подрядчикова Е.Д. Геоинформационные системы: пространственный анализ и геомоделирование: учебно-методическое пособие. Новосибирск: СГУГиТ, 2021. 87 с.
5. Цыдыпова М.В. Геоинформационные системы и технологии: учебно-методическое пособие. Улан-Удэ: БГУ, 2021. 56 с.
6. Зотов Р.В. Геоинформатика: учебное пособие. Омск: СибАДИ, 2020. 154 с. EDN PQHBXZ.
7. Соловицкий А.Н. Дистанционные методы при геофизических исследованиях: учебное пособие. Кемерово: КемГУ, 2020. 84 с.
8. Гиниятуллина О.Л., Хорошева Т.А. Геоинформационные системы: учебное пособие. Кемерово: КемГУ, 2018. 122 с.

REFERENCES

1. Tsvetkov V.Ya. *Basics of geoinformatics*. St. Petersburg, Lan, 2023;186. EDN ITOPEL. (In Russ.).
2. Bryn M.Ya., Bogomolova E.S., Kougiya V.A. et al. *Engineering geodesy and geoinformatics. Short course*. St. Petersburg: Lan, 2022;288. (In Russ.).
3. Dubrovsky A.V. *Geographic information systems: automated mapping: educational and methodological manual*. Novosibirsk, SGUGiT, 2021;121. (In Russ.).
4. Dubrovsky A.V., Malygina O.I., Nikitin V.N., Podryadchikova E.D. *Geographic information systems: spatial analysis and geo-modeling: educational and methodological manual*. Novosibirsk, SGUGiT, 2021;87. (In Russ.).
5. Tsydyypova M.V. *Geographic information systems and technologies: educational and methodological manual*. Ulan-Ude, BSU, 2021;56. (In Russ.).
6. Zotov R.V. *Geoinformatics: textbook*. Omsk, SibADI, 2020; 154. EDN PQHBXZ. (In Russ.).
7. Solovitsky A.N. *Remote methods for geophysical research: textbook*. Kemerovo, KemSU, 2020;84. (In Russ.).
8. Giniyatullina O.L., Khorosheva T.A. *Geographic information systems: textbook*. Kemerovo, KemSU, 2018;122. (In Russ.).

Об авторе

Алексей Михайлович Шишов — преподаватель первой категории; Колледж железнодорожного транспорта Уральского государственного университета путей сообщения (КЖТ УрГУПС); 620034, г. Екатеринбург, ул. Колмогорова д. 66; ashishov@usurt.ru.

Bionotes

Alexey M. Shishov — lecturer of the first category; College of Railway Transport of the Ural State University of Railway Transport (College of Railway Transport of the USURT); 66 Kolmogorova st., Ekaterinburg, 620034, Russian Federation; ashishov@usurt.ru.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.
The author declares no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 16.05.2023; одобрена после рецензирования 20.06.2023; принята к публикации 30.08.2023.
The article was submitted 16.05.2023; approved after reviewing 20.06.2023; accepted for publication 30.08.2023.