

УДК 004.9  
DOI: 10.47148/1609-364X-2020-4-28-32

© С.В. Духин, А.А. Баяндурова, Н.А. Духина

**С.В. Духин, А.А. Баяндурова, Н.А. Духина**

## Особенности применения геоинформационных систем и технологий для решения производственных задач ОАО «Российские железные дороги»

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность создания эффективных геоинформационных технологий для улучшения работы ОАО «Российские железные дороги». Потребность в них обусловлена огромными масштабами территорий, занятых инфраструктурой железной дороги, и спецификой рабочей деятельности, которая связана с организацией процесса перевозок. Предлагается руководствоваться пятью принципами при создании единой базы геоданных железных дорог: использование единой координатной основы, уникальность каждого объекта и использование географических координат в качестве первичного ключа, определение обобщенного графа сети железных дорог посредством цифровой модели пути, использование существующих геоинформационных ресурсов, непрерывное обновление и актуализация информации.

**Ключевые слова:** геоинформационные технологии, единая база данных, железная дорога, цифровая модель пути.

**S.V. Duhin, A.A. Bayandurova, N.A. Duhina****Features of application of geoinformation systems and technologies for solving production problems of JSC «Russian Railways»**

**Abstract.** The article discusses the possibility of creating effective geoinformation technologies to improve the operation of JSC «Russian Railways». The need for them is due to the huge scale of the territories occupied by the railway infrastructure, and the specifics of work activities that are associated with the organization of the transportation process. It is proposed to follow five principles when creating a unified railway GEODATA database: the use of a single coordinate base, the uniqueness of each object and the use of geographical coordinates as the primary key, the definition of a generalized graph of the railway network using a digital path model, the use of existing geoinformation resources, continuous updating and updating of information.

**Key words:** geoinformation technology, single database, the railroad, digital model of the road.

Поступила 07.10.2020  
Доработана 25.10.2020

Принята к печати 28.10.2020

Необходимость использования геоинформационных технологий в ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») обусловлена как огромной территориальной распределенностью инфраструктуры и существенной зависимостью параметров инфраструктуры и ее отдельных объектов от пространственных характеристик, так и спецификой производственной деятельности, связанной с организацией процесса перемещения в пространстве сложных технических объектов и, кроме того, необходимостью управления сложным земельно-имущественным комплексом.

Геоинформационные системы (ГИС) позволяют автоматизировать процессы, использующие

пространственно-временные параметры, путем реализации следующих групп функций, используемых самостоятельно или совместно с другими автоматизированными системами.

1. Повышение иллюстративности и информативности данных путем отображения на картах и планах взаимного расположения пространственно распределенных объектов; изменения стилей отображения геометрических объектов в зависимости от значений табличных текстовых данных, соответствующих этим объектам; создания тематических видов и выборок на основе наложений различных графических слоев.

2. Навигация объектов, то есть определение местоположения объекта на путевом развитии (или в привязке к объектам путевого развития) по его географическим координатам и вывод соответствующей информации в графическом виде на экран монитора или занесение данных в текстовые таблицы.
3. Показ взаимного расположения объектов, то есть ситуационных карт и планов.
4. Создание основы для проектирования пространственных объектов, выполнения геометрических и геодезических измерений и расчетов различного назначения.

*Для создания эффективной геоинформационной технологии ОАО «РЖД» необходимо решение следующих стратегических задач:*

1. Формирование единой координатно-временной (картографической) основы железнодорожного транспорта в Российской Федерации.
2. Размещение в привязке к картографической основе объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта в Российской Федерации.
3. Определение на основе картографической основы местоположения подвижных объектов и событий с ними.
4. Использование карт и планов в качестве интерфейса доступа к графическим и атрибутивным данным объектов и событий железнодорожного транспорта в Российской Федерации.
5. Анализ пространственных данных по объектам и событиям на железнодорожном транспорте в Российской Федерации.
6. Создание методов и средств подготовки управленческих решений с использованием геоинформационных технологий.
7. Создание правил обработки географических данных по событиям и чрезвычайным ситуациям на железнодорожном транспорте в Российской Федерации.
8. Обеспечение владельцев инфраструктуры, операторов, перевозчиков и пользователей услуг железнодорожного транспорта необходимой географической информацией с привязкой к картам и схемам железных дорог.
9. Взаимодействие ГИС с существующими и разрабатываемыми автоматизированными системами в качестве:
  - источника координатно-временной информации;
  - основы для повышения иллюстративности полученных результатов;
  - источника геометрических данных для выполнения расчетов и анализа;

- основы для обеспечения удобного интерфейса доступа к текстовым данным.

10. Унификация форматов представления геоинформационных ресурсов и методов обработки геопространственных данных.

Судя по информации, публикуемой в открытой печати [1-6], в том числе по техническим требованиям к геоинформационным ресурсам и системам, содержащимся в конкурсной документации ОАО «РЖД» и Министерства транспорта РФ, текущее состояние использования ГИС ОАО «РЖД» характеризуется большим количеством геоинформационных систем и ресурсов.

Геоинформационные ресурсы: карта и схема сети железных дорог; спутниковые снимки различного разрешения; полоса отвода железных дорог; масштабные планы станций; схематические планы станций; трехмерная цифровая модель пути, содержащая данные геодезии, лазерного сканирования и георадарной съемки; электронные карты бортовых устройств тягового подвижного состава.

*Представляется целесообразной реализация следующих принципов создания единой базы геоданных ОАО «РЖД»:*

1. В качестве координатной основы должна использоваться цифровая модель пути (ЦМП), являющаяся координатной основой всех геоинформационных ресурсов, хранящихся и используемых в ГИС РЖД. Цель создания ЦМП – обеспечение механизма перевода пространственной координаты в адресное описание (линейную координату). Линейная координатная система может быть закреплена путем использования линейного пикетажа (км, пк), реперных сетей, принятых в качестве реперов фундаментальных объектов.

В настоящее время геоинформационные ресурсы не имеют единой основы.

В качестве основы используется геоцентрическая система координат WGS-84 (ПЗ-90) для графа сети, местные системы координат для планов станций, региональные системы координат для планов полосы отвода геоинформационных баз данных (ГБД) земельных участков и объектов недвижимости. Наличие координатной основы необходимо для реализации механизма совмещения со спутниковыми снимками и картами, получаемыми от внешних источников [7].

2. Любой объект, входящий в единую ГИС РЖД, должен существовать в ГБД в единственном экземпляре и характеризоваться географическими координатами как первичным ключом. В этом случае любые операции по добавлению, изменению и удалению объектов ГБД не могут привести к ухудшению свойств ГБД. При отсутствии решения по п. 1,

то есть отсутствии единой координатной основы, этот принцип также не может быть реализован.

3. Цифровая модель пути в целевом состоянии определяет обобщенный граф сети железных дорог. Вершинами графа являются точки ветвления железнодорожного пути, ребрами – участки пути между вершинами. Ветвлением пути назовем географическое место, в котором участок железнодорожного пути без разрывов соединяется с несколькими другими участками (в частном случае, с другим участком). Граф пути обладает свойством генерализации, заключающимся в том, что при решении задач, требующих использования больших масштабов, количество объектов (вершин и ребер) увеличивается, а при использовании меньших масштабов – уменьшается, без ухудшения свойств графа. Например, при выполнении маневровой работы требуется масштаб, позволяющий определить местоположение объекта на путевом развитии станции, а при контроле графика исполненного движения маршрута – масштаб, позволяющий определить только вход на станцию и выход со станции. Точность определения местоположения также соответственно изменяется в соответствии с масштабом. При генерализации площадной объект может трансформироваться в точечный, а ломаная (кривая) линия в прямую, однако принцип 2 в этом случае не нарушается, так как с уменьшением точности представления геометрических параметров объекта при малых масштабах конфигурация объекта является несущественной.

4. Существующие геоинформационные ресурсы:

4.1. Граф сети масштаба 1:1 000 000.

Может быть использован как основа для построения обобщенного графа сети. Необходимо определить механизмы и периодичность актуализации и проверки корректности.

4.2. Масштабные планы станций.

Необходимо совместить планы станций с планами полосы отвода, преобразовав их в объекты, действительно имеющие масштаб. Это позволит:

- выполнять хозяйственные операции с имуществом и земельными участками на станциях в привязке к путевому развитию, что необходимо при управлении имущественным комплексом;
- построить граф станции и на основе корректных графов станций обобщенный граф сети;
- повысить технологичность добавления и внесения изменений в геометрию объектов, входящих в план станции (полосы отвода), на основе выполнения требования 2.

4.3. Схемы станций.

При классическом решении задачи могут быть получены на основании актуальных масштабных планов средствами ГИС, однако при этом вид схемы будет непривычным для диспетчера. В настоящее время существуют как самостоятельный геоинформационный ресурс. Процедуры контроля позволяют проверить правильность составления схемы путем нахождения соответствия между элементами схемы и масштабного плана. При корректировке масштабного плана соответствующая корректировка должна быть произведена и в схеме.

4.4. Планы земельных участков и объектов недвижимого имущества.

После адаптации к геоцентрической системе координат впишутся в обобщенный граф сети. Могут являться основой для модернизированных масштабных планов станций, а также определения местоположения объектов в полосе отвода на станциях и перегонах.

4.5. Для обработки пространственных запросов, связанных с местоположением объектов вне полосы отвода (улично-адресная сеть в населенных пунктах, дорожная сеть вне населенных пунктов), необходимо использовать внешние источники геоинформационных данных. Выполнение принципа 1 позволит при необходимости получить любой интересующий район карты общего пользования в заданном масштабе из внешнего источника по запросу (например, на условиях абонентского подключения). Это позволит сократить затраты на закупку геоинформационных ресурсов, так как заранее неизвестно, какой район и когда может понадобиться, а главное, получать гарантировано актуальную информацию.

4.6. Растровые данные и результаты лазерного и георадарного сканирования.

В настоящее время все большее распространение получают результаты съемки с беспилотных летательных аппаратов, ставшие возможными в результате достижений в областях создания беспилотных летательных аппаратов, существенной минимизации размера и веса и улучшения характеристик фото, видео и лазерной аппаратуры.

5. Обновление и актуализация информации.

Одним из основных принципов ГИС РЖД является необходимость механизма актуализации геоинформационных баз данных, который заключается:

- в наличии регламентов внесения изменений в ГБД, при которых за корректность информации о каждом объекте отвечает конкретный

человек, действующий на основании инструкции;

- протоколировании и визировании всех изменений, хранении истории изменений;
- использовании, по возможности, механизмов проверки корректности изменения ГБД.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Розенберг И.Н., Духин С.В. Геоинформационные технологии // Железнодорожный транспорт. – 2006. – № 3. – С. 59-63.
2. Розенберг И.Н., Духин С.В. Основные особенности формирования единой геоинформационной базы данных отрасли // Информационные технологии в железнодорожном транспорте – ИНФОТРАНС-2005 : материалы 10-й Междунар. науч.-практич. конф., Санкт-Петербург, 05-08 октября. – СПб. : Изд-во СПбПУ, 2005. – С. 53-54.
3. Розенберг И.Н., Духин С.В. Принципы построения единой геоинформационной базы данных, увязанной с параметрами работы и развития железнодорожной отрасли // ТелеКомТранс-2005 : материалы 3-й Международной науч.-практич. конф., Сочи, 26-29 апреля. – Сочи ; Ростов н/Д : ООО «Диапазон», 2005. – С. 43-47.
4. Розенберг И.Н., Духин С.В., Замышляев А.М., Цуцков Д.В. Новая технология ведения техническо-распорядительных актов станций : учебное пособие для вузов железнодорожного транспорта. – М. : Изд-во «Маршрут». – 2005. – 304 с.
5. Уманский В.И., Духин С.В., Якушев Д.А. Автоматизация формирования электронных карт для локомотивных устройств безопасности и систем управления движением по данным видеопаспортизации и мобильного лазерного сканирования // Вестник ВНИИЖТ. – 2015. – № 4. – С. 8-11.
6. Духин С.В., Ильин А.В. Геоинформационная база данных земельных участков и объектов недвижимого имущества и планы развития // Безопасность движения поездов : труды Восьмой науч.-практич.

конф., Москва, 1-2 ноября 2007 г. : в 2 ч. – М. : МИИТ, 2007. – Ч. 1. – С. VIII-7.

7. Инженерная геодезия и геоинформатика : учебник для вузов / под ред. С.И. Матвеева. – М. : Фонд «Мир», 2012. – 484 с.

#### REFERENCES

1. Rosenberg I.N., Dukhin S.V. Geoinformation technologies // Railway transport. 2006. No. 3. P. 59-63.
2. Rosenberg I.N., Dukhin S.V. Main features of forming a unified geoinformation database of the industry // Information technologies in railway transport – Infotrans-2005 : Tenth scientific and practical conference, Saint Petersburg, October 5-8, 2005. St.-Petersburg : SPbPU Press, 2005. P. 53-54.
3. Rosenberg I.N., Dukhin S.V. Principles of a common GIS database that is linked to performance and the development of the railway industry // Telekomtrans-2005 : 3-rd International scientific-practical conference, Sochi, April 26-29. Sochi ; Rostov n/D : LTD «Diapazon», 2005. P. 43-47.
4. Rosenberg I.N., Dukhin S.V., Zamyshlyayev A.M., Cuckow D.V. New technology of technical-administrative acts stations : Textbook for higher education institutions of railway transport. Moscow : Publishing House «Route», 2005. 304 p.
5. Umansky V.I., Dukhin S.V., Yakushev D.A. Automation of formation of electronic maps for locomotive safety devices and traffic control systems based on video data and mobile laser scanning // Bulletin of VNIIZHT. Moscow, 2015. No. 4. P. 8-11.
6. Dukhin S.V., Ilyin A.V. Geoinformation database of land plots and real estate objects of JSC «Russian Railways»: state and development plans // Traffic Safety of trains : Proceedings The eighth scientific-practical conference, Moscow, November 1-2, 2001. Part 1. P. VIII-7.
7. Engineering geodesy and Geoinformatics : Textbook for universities / Ed. by S.I. Matveev. Moscow : The Mir Foundation, 2012. 484 p.

## Информация об авторах

**Духин Степан Владимирович**, кандидат технических наук, руководитель Научно-технического комплекса геоинформационных систем и спутниковых технологий Научно-исследовательского и проектно-конструкторского института информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте (НИИАС). Россия, 109029, Москва, Нижегородская ул., 27 стр. 1, АО «НИИАС». E-mail: s.duhin@vniias.ru.

**Баяндурова Александра Александровна**, аспирант, старший преподаватель кафедры «Геодезия, геоинформатика и навигация» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)). Россия, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, РУТ (МИИТ), Институт пути, строительства и сооружений. E-mail: alexandra.bayandurova@mail.ru.

**Духина Наталья Александровна**, аспирант кафедры «Геодезия, геоинформатика и навигация» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский университет транспорта» (ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)). Россия, 127994, Москва, ул. Образцова, д. 9, стр. 9, РУТ (МИИТ), Институт пути, строительства и сооружений. E-mail: duhin.s@yandex.ru.

## Information about authors

**Dukhin Stepan Vladimirovich**, Candidate of Technical Sciences, Head of Department of Geoinformation systems and satellite technologies, Research and Design Institute for Information Technology, Signalling and Telecommunications in Railway Transportation (JSC «NIIAS»). 27, bldg. 1 Nizhegorodskaya str., Moscow, 109029, Russia, JSC «NIIAS». E-mail: s.duhin@vniias.ru.

**Bayandurova Alexandra Alexandrovna**, graduate, senior lecturer of the Department of Geodesy, Geoinformatics and navigation of the Federal state Autonomous educational institution of higher education «Russian University of transport» (RUT (MIIT)). 9b9 Obrazcova Ulitsa, Moscow, 127994, Russia, RUT (MIIT), Institute of roads, construction and structures. E-mail: alexandra.bayandurova@mail.ru.

**Dukhina Natalia Aleksandrovna**, graduate of the Department of Geodesy, Geoinformatics and navigation of the Federal state Autonomous educational institution of higher education «Russian University of transport» (RUT (MIIT)). 9b9 Obrazcova Ulitsa, Moscow, 127994, Russia, RUT (MIIT), Institute of roads, construction and structures. E-mail: duhin.s@yandex.ru.