

# РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМЫМ КОМПЛЕКСОМ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

В.А. Костеша<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Государственный университет по землеустройству, Москва, Россия

\* vlkostesha@mail.ru

**Цитирование:** Костеша В.А. Разработка системы геоинформационного обеспечения управления недвижимым комплексом автомобильных дорог // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2021. Т. 65. № 6. С. 680-691. DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-6-680-691

**Ключевые слова.** геоинформационное обеспечение, геопортал, кадастровые работы, мониторинг, инвентаризация, архитектура, эффективное управление, имущественный комплекс автомобильных дорог, полоса отвода, придорожная полоса.

## Аннотация

Область геоинформационных технологий стремительно развивается совместно с цифровой трансформацией экономики и модернизацией программного обеспечения. Геоинформационные системы и геопорталы являются средством осуществления геоинформационного обеспечения - процесса удовлетворения потребностей людей в получении достоверной, полной и точной пространственной информации. Геоинформационное обеспечение имеет практическую значимость при управлении объектами, которые тесно связаны с землей и другими конструктивными элементами, в том числе автомобильными дорогами. Целью данного научного исследования является разработка системы геоинформационного обеспечения земельно-имущественных работ на автомобильных дорогах, для дальнейшего повышения эффективности управления ими. В рамках работы решены следующие задачи: создан алгоритм геоинформационного обеспечения. Проведена апробация методики геоинформационного обеспечения, включающая в себя: информационное сопровождение формирования земельного участка на месте разрыва в целях проведения государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав; мониторинг земельных участков на основе данных, содержащихся в геопортале, на предмет обнаружения наиболее частых нарушений, связанных с эксплуатацией полосы отвода (залесение, несанкционированные съезды); инвентаризацию участка автомобильной дороги. Практической реализацией научной разработки является средство геоинформационного обеспечения работ в отношении автомобильных дорог федерального значения, обладающего широким спектром функциональных возможностей, которые обеспечивают реализацию алгоритма геоинформационного обеспечения кадастровых, землеустроительных, мониторинговых и иных работ на автодорогах, а также повышают эффективность процесса управления земельно-имущественным комплексом автомобильных дорог.

## 1 Введение

Земельно-имущественные отношения как неотъемлемый компонент современного общества отличаются стремительными темпами развития, быстрым получением актуальных данных и непрерывной цифровизацией. Основой для цифровизации земельно-имущественного комплекса выступает геоинформатика, выполняющая функции цифрового моделирования, создания и эксплуатации геоинформационных систем (ГИС), а также оказания геоинформационных услуг. Средства геоинформатики модифицировались от простейших настольных ГИС для оцифровки карт до современных ГИС, различных по своим функциональным возможностям, практическому назначению, программной платформе, объёму и формату данных, решающих задачи в разнообразных сферах жизни государства.

Одной из важных функций геоинформатики является геоинформационное обеспечение (далее ГИО) – процесс, целью которого является удовлетворение потребностей в получении актуальных и достоверных пространственных данных, включающий в себя сбор, обработку, хранение, анализ и предоставление информации [1]. Средствами ГИО являются геоинформационные системы, геопорталы, Веб-ГИС, интерактивные карты и иное программное обеспечение, оперирующие пространственной информацией.

Геопорталы являются одним из самых современных средств ГИО, несмотря на то, что они начали появляться в начале 90-х годов прошлого столетия, активно развиваться они стали в последние десятилетия одновременно со стремительным развитием глобальной сети. Геопорталы представляют из себя интернет-ресурсы, располагающие информацией об определенной территории, а также обладающие рядом функциональных возможностей, схожих с привычными ГИС. В настоящее время большинство геопорталов выступают только в качестве визуализации различной пространственно-семантической информации и не предоставляют возможности пользователям работы в них, фактически являясь интерактивными картами [2, 3].

## 2 Материалы и методы

Основной целью исследования является разработка системы эффективного геоинформационного обеспечения кадастровых, мониторинговых, инвентаризационных и иных работ на автомобильных дорогах.

В ходе исследования необходимо решить ряд теоретических и практических задач:

- определить основные объекты учета и инвентаризации автомобильных дорог, а также раскрыть суть и специфику кадастровых, мониторинговых и инвентаризационных работ на автомобильных дорогах;
- разработать алгоритм геоинформационного обеспечения данных работ;
- выполнить концептуальное, логическое и физическое проектирование средства ГИО;
- оценить эффективность и перспективность реализации разработанного алгоритма геоинформационного обеспечения.

Для решения поставленных задач будут использованы данные космической съемки земной поверхности – снимки компании «СКАНЭКС», сведения Единого государственного реестра недвижимости, а также инвентаризационные данные. На этапах проведения научного исследования будут использованы методы геоинформационного анализа, математической статистики и моделирования, визуального анализа и другие.

На данный момент область создания ГИС и геопорталов автомобильных дорог изучена недостаточно [4]. В этом направлении проводились отдельные работы В.Н. Бойковым, М.Ю. Дубининым, А.П. Карпиком, А.М. Костиковой, А.В. Кошкарёвым И.В. Лесных, А.В. Шевиным и др. Теоретические предложения вышеупомянутых авторов реализованы в ряде геопорталов автодорожной отрасли: прикладная система «Управление госимуществом и земельными ресурсами» Федерального дорожного агентства, ДорГИС, IndorGEO. Данные системы имеют ряд своих преимуществ: широкий спектр функциональных возможностей, направленных на геоинформационное обеспечение технологического обслуживания, проектирование и строительство автодорог, фундаментальность, широкие базы данных. Однако все перечисленные системы имеют закрытый доступ, перегруженность данными, отсутствует анализ кадастровой и правоустанавливающей документации, а также данные геопорталы не решают задачу управления недвижимым комплексом автомобильных дорог. Как следствие, отсутствует качественное геоинформационное обеспечение, что влияет на состояние земель автомобильных дорог, нерациональное использование полосы отвода, нарушение границ, а также на нормативность состояния объектов капитального строительства в составе автодорог. В рамках данной работы будет предложено специализированное решение, предназначенное для управления земельно-имущественными ресурсами автодорожных предприятий.

## 2.1 Разработка алгоритма и средства геоинформационного обеспечения

Автомобильная дорога является составным объектом, включающим в себя: земли полос отвода, дорожное полотно, искусственные и защитные инженерные сооружения, объекты обустройства и дорожного сервиса<sup>1</sup>. Таким образом, предполагается, что на автомобильных дорогах должны производиться работы разного типа, но при этом тесно связанные между собой. Объединение всех пространственных и семантических характеристик автодорог возможно с использованием геоинформационных систем, в рамках данного исследования – геопорталов. [5]

Однако геоинформационная система является средством осуществления геоинформационного обеспечения, и для создания геопортала, или иного программного продукта, необходимо определить по какому алгоритму наиболее эффективно производить ГИО и какую роль будет играть ГИС. [6]

В общем виде ГИО включает в себя три основных этапа: сбор, обработку и визуализацию (представление) информации. Однако на практике этот процесс многоэтапный и сложный. В рамках данного исследования, был разработан алгоритм геоинформационного обеспечения в отношении недвижимого имущества автодорожных организаций (Рис. 1)

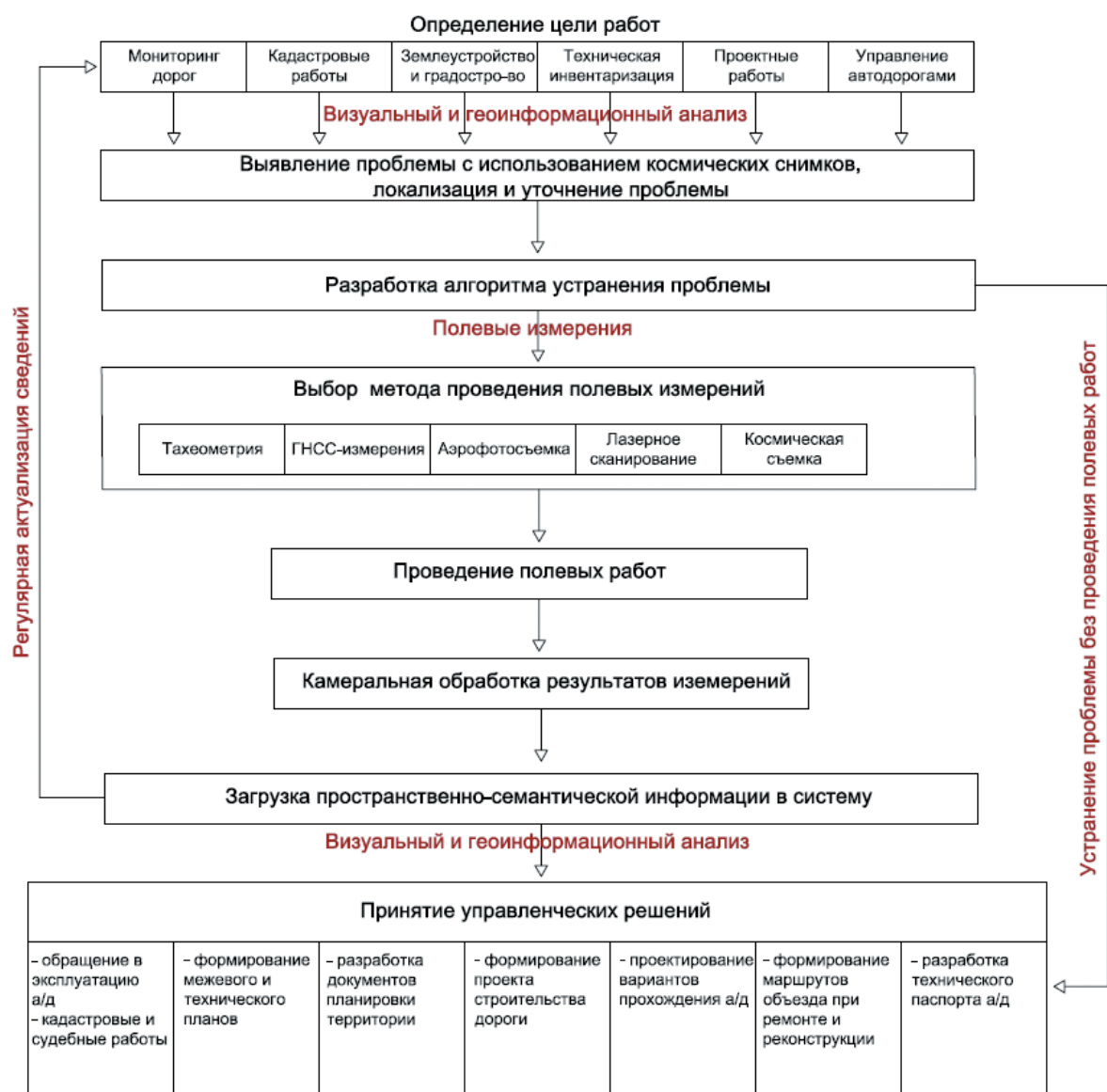


Рис. 1. Алгоритм геоинформационного обеспечения

<sup>1</sup> Федеральный закон «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» 08.11.2007 N257-ФЗ (ред. от 20.07.2020)

Для реализации данного алгоритма разработаем архитектуру системы ГИО автомобильных дорог. Геопортал является по своей сути Интернет-ресурсом, значит при его создании действуют такие же основные правила, как при написании сайтов.

Написание программного кода сайта начинается с написания гипертекстовой разметки страницы на языке «Hyper Text Mark Up Language», это необходимо для отображения страницы в браузере. Далее основной интерфейс и функциональные возможности сайта возможно реализовать с помощью таких языков как: JavaScript, Groovy, Java, TypeScript, Angular 6.

Важным этапом создания Web-ГИС является выбор картографической основы. Веб-решения позволяют использовать интерактивные карты Яндекс, Google и др. В рамках данной работы были выбраны Яндекс.Карты, так как они наиболее точно отображают территорию Российской Федерации и легко подключаются к сайту с использованием API Яндекс.Карт. Данный ресурс является отечественным, а, следовательно, доступ к нему не зависит от мировой политической ситуации. [7, 8]

Таким образом, после выбора картографической основы, необходимо разработать функциональный интерфейс системы. В общем виде архитектура создаваемого геопортала состоит из четырёх модулей, представленных на Рисунке 2.

Модуль сбора информации может быть представлен сервисом Яндекс.Карт, так как в них интегрированы спутниковые снимки «СКАНЭКС», пространственное разрешение которых составляет от 0,5 до 12,0 метров. Обновление снимков происходит в среднем раз в год,

на территорию Москвы и других крупных городов – раз в несколько месяцев. Помимо этого, исходной информацией для пополнения базы данных системы могут являться межевые, технические планы, паспорта автомобильных дорог, планово-картографический материал.

Для загрузки данных в систему необходимо окно «Добавить информацию», которое позволит добавить объект вручную или из .XML и \*.txt файлов. Также при ручном заполнении информации об объекте система может автоматически рассчитать его площадь: если контур замкнут – площадь полигона, если разомкнут – длину ломаной линии. Автомобильные дороги являются протяженными объектами, проходящими по нескольким субъектам РФ, поэтому в систему необходимо интегрировать модуль пересчета координат.

После загрузки информация должна анализироваться системой и направляться в соответствующий слой: земельные участки, объекты капитального строительства, придорожные полосы, километровые столбы, границы муниципальных образований, объекты дорожного сервиса, информационные модели, топографические планы, рабочий, другое. Информация об объектах может храниться в базе данных PostgreSQL. Документы, составляющие информационные модели автомобильных дорог, являются объемными и разнообразными, в таком случае хранение их в системе может привести к замедлению работы, поэтому необходима реализация гиперссылок на облачные хранилища. Аналогично можно реализовать интеграцию топографических планов в систему.



Рис. 2. Модули геопортала

Доступ к пространственным данным осуществляется посредством использования метаданных формата .XML. Формирование базового набора метаданных определяет, в какой степени будут отражены характеристики пространственных данных для пользователя. Структура метаданных предлагаемой архитектуры средства ГИО представлена на Рисунке 3.

Пространственная информация может отображаться в трех видах: растровом, векторном и векторно-растровом. В создаваемом геопортале информация отображается в векторной форме на картографической подложке. (Рис. 3)

Семантическая информация может отображаться в системе в табличной форме внутри окон «Информация» и «Дополнительная информация». Данные окна должны содержать информацию,

добавленную при загрузке файла, и позволять ее редактировать. [9]

Анализ информации может проводиться по двум типам нарушений: нарушения топологической связи объектов и нарушения цветового соответствия. Векторные изображения характеризуются топологической связью, поэтому системе легко обнаружить разрывы и наложения земельных участков, после чего она выдает соответствующее сообщение оператору системы, с целью устранения нарушения.

Для обнаружения цветового несоответствия необходимо реализовать NDVI-анализ – анализ растровых изображений в красном и инфракрасном каналах. NDVI является индексом и имеет свои постоянные значения от -1 до 1%, представленные в виде шкалы [10-12]. (Рис. 4)

| Земельные участки                   |                | Объекты капитального строительства  |                | Придор. Полосы                      |                |
|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------------|----------------|
| Поле                                | Тип поля       | Поле                                | Тип поля       | Поле                                | Тип поля       |
| Название дороги                     | текст          | Название дороги                     | текст          | Название дороги                     | текст          |
| Кадастровый номер                   | текст          | Кадастровый номер                   | текст          | Кадастровый номер                   | текст          |
| Вид права                           | текст          | Вид права                           | текст          | Вид права                           | текст          |
| Номер договора регистрации права    | текст          | Номер договора регистрации права    | текст          | Номер договора регистрации права    | текст          |
| Дата регистрации права              | дата           | Дата регистрации права              | дата           | Дата регистрации права              | дата           |
| Площадь                             | действительное | Протяженность                       | действительное | Площадь                             | текст          |
| Адрес                               | текст          | Адрес                               | текст          | Адрес                               | текст          |
| Дата присвоения кадастрового номера | дата           | Дата присвоения кадастрового номера | дата           | Дата присвоения кадастрового номера | дата           |
| Кадастровая стоимость               | текст          | Кадастровая стоимость               | действительное | Кадастровая стоимость               | действительное |
| Правообладатель                     | текст          | Правообладатель                     | текст          | Правообладатель                     | текст          |
| Ссылка на облачное хранилище        | гиперссылка    | Ссылка на облачное хранилище        | гиперссылка    | Ссылка на облачное хранилище        | гиперссылка    |

| Границы мун. Образований |          | Км. Столбы      |          |
|--------------------------|----------|-----------------|----------|
| Поле                     | Тип поля | Поле            | Тип поля |
| Наименование             | текст    | Название дороги | текст    |
|                          |          | Отметка пикета  | текст    |

| Прочие объекты                      |                |
|-------------------------------------|----------------|
| Поле                                | Тип поля       |
| Тип объекта                         | текст          |
| Название дороги                     | текст          |
| Кадастровый номер                   | текст          |
| Вид права                           | текст          |
| Номер договора регистрации права    | текст          |
| Дата регистрации права              | текст          |
| Площадь / протяженность             | действительное |
| Адрес                               | текст          |
| Дата присвоения кадастрового номера | текст          |
| Кадастровая стоимость               | текст          |
| Правообладатель                     | текст          |
| Ссылка на облачное хранилище        | гиперссылка    |

Рис. 3. Структура метаданных

Из данной шкалы можно выделить следующие фиксированные значения NDVI: -0,5% – искусственные материалы (бетон и асфальт); от 0,2 до 0,3% – травянистая растительность; от 0,6 до 0,8% – древесная растительность. Анализ проводится в границах полос отвода и направлен на обнаружение таких объектов, как: древесная растительность, грунтовые съезды, свалки мусора, рекламные щиты и иные. Геопортал после обнаружения несоответствия должен уведомлять оператора.

Вывод информации возможен в виде таблиц формата \*.csv и совмещенного векторно-растрового картографического изображения.

Таким образом, разработанную архитектуру можно представить в виде блок-схемы (Рис. 5).

Результатом создания и реализации архитектуры стал геопортал автомобильных дорог ГИС ФАД «Центральная Россия», интерфейс которого представлен на Рисунке 6.

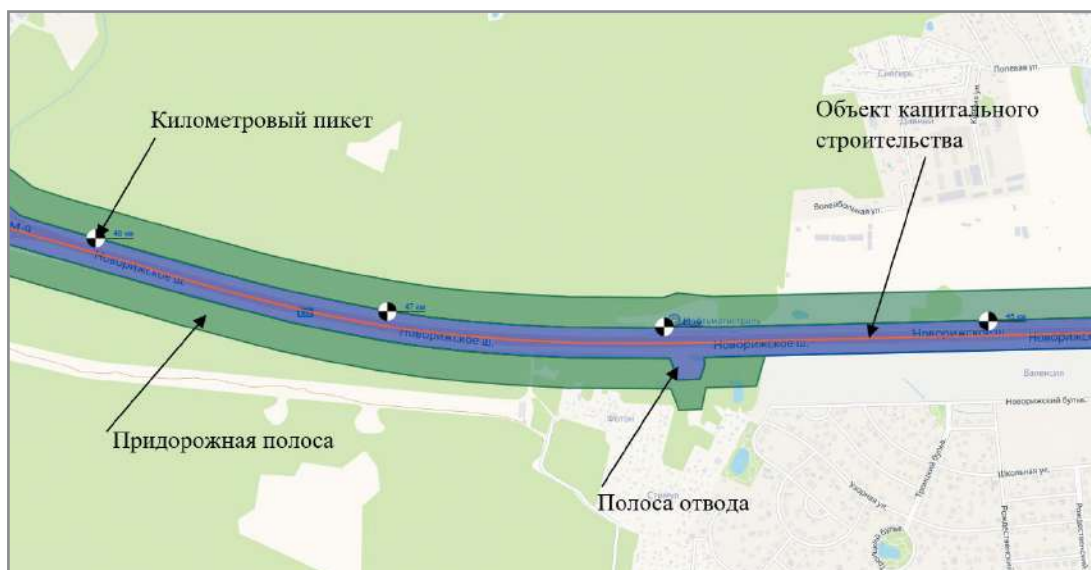


Рис. 4. Отображение объектов в системе

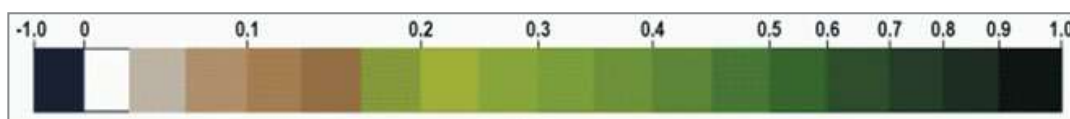


Рис. 5. Градиентная шкала индекса NDVI



Рис. 6. Архитектура средства геоинформационного обеспечения

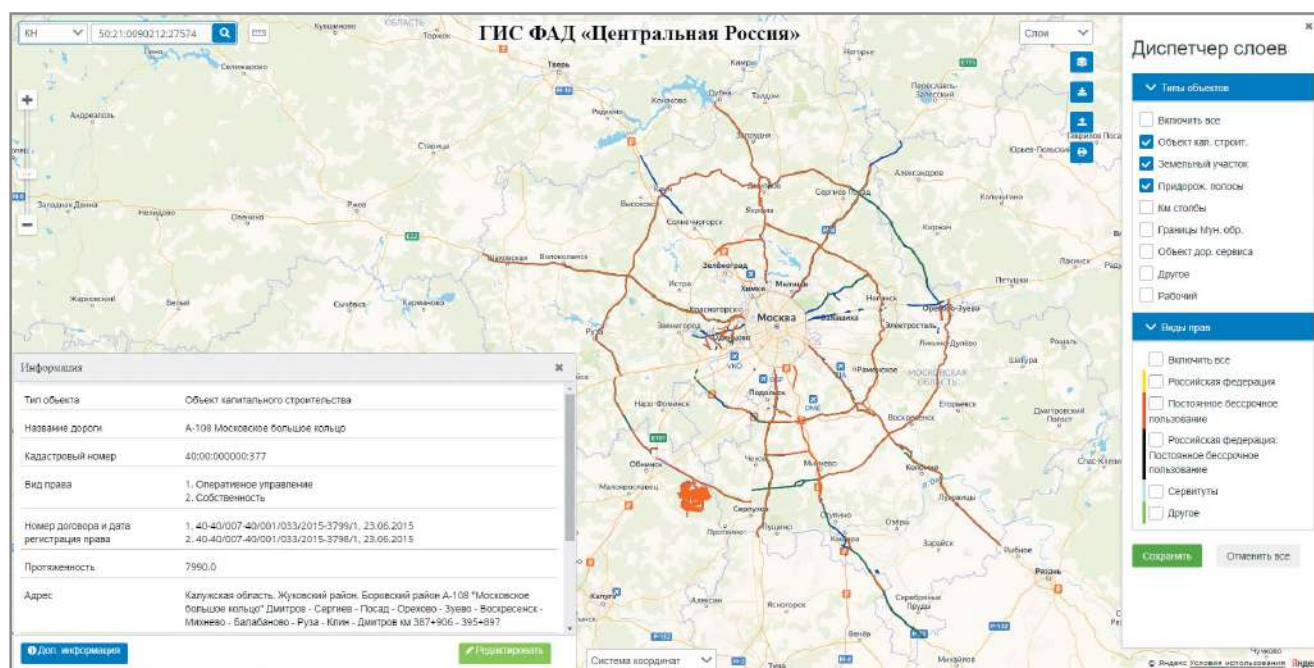


Рис. 7. Интерфейс геопортала ГИС ФАД «Центральная Россия»

### 3 Результаты

С целью доказательства эффективности разработанных алгоритма и методики геоинформационного обеспечения проведем их апробацию при проведении кадастровых, мониторинговых и инвентаризационных работ на автомобильных дорогах федерального значения.

Кадастровые работы проводятся для подготовки документов (межевой план, технический план и акт обследования)<sup>2</sup>, предназначенных для дальнейшего государственного кадастрового учета и государственной регистрации прав<sup>3</sup>. Функциональные возможности геопортала позволяют автоматизировать разработку данных документов. Рассмотрим участок автомобильной дороги М-5 Новорязанское шоссе.

При проведении анализа топологической связи земельных участков, составляющих полосу отвода Новорязанского шоссе, был выявлен разрыв между объектами с кадастровыми номерами 50:23:0000000:117492 и 50:62:0000000:25. (Рис. 7)

После обнаружения на месте разрыва был сформирован земельный участок таким образом, чтобы не допустить образования новых разрывов и наложений. (Рис. 8)

После завершения формирования участка можно с помощью геопортала определить координаты характерных точек его границ.

Полученная семантическая и пространственная информация может стать основой для составления межевого плана и постановки данного участка на государственный кадастровый учет [13-16].

Мониторинг – это система наблюдения за процессами, происходящими в окружающей среде, направленная на устранение и предупреждение негативных изменений.

Мониторинг в отношении автомобильных дорог проводится по различным направлениям [17]. (Рис. 9)

Геопортал обеспечивает возможность проведения регулярного автоматизированного мониторинга земель автомобильных дорог, за счет реализации в нем NDVI-анализа. С использованием данной технологии можно обнаружить такие нарушения, как: залесение, несанкционированные съезды, размещение объектов, не связанных с целевым назначением дороги [18].

В рамках исследования был проведен мониторинг земельных участков с кадастровыми номерами 50:13:0000000:128 и 50:07:0000000:88. По результатам NDVI-анализа были обнаружены нарушения, представленные на Рисунках 10 и 11.

<sup>2</sup> Федеральный закон «О кадастровой деятельности» от 24.07.2007 N221-ФЗ (последняя редакция)

<sup>3</sup> Федеральный закон «О государственной регистрации недвижимости» от 13.07.2015 N218-ФЗ (последняя редакция)

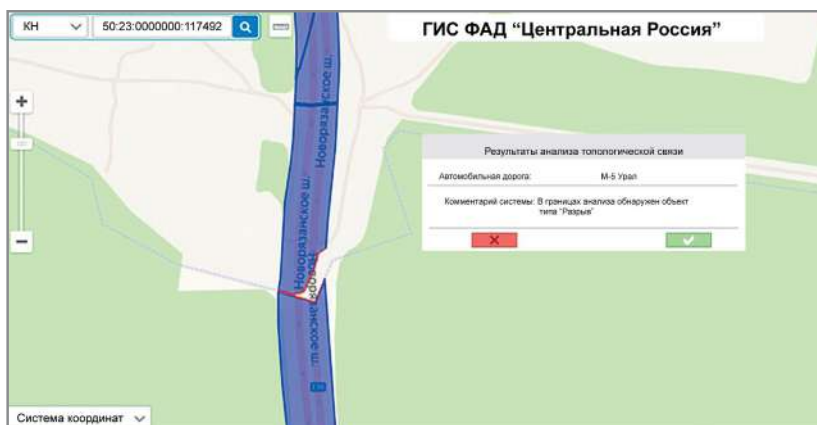


Рис. 8. Разрыв между земельными участками



Рис. 9. Формирование границы участка



Рис. 10. Классификация мониторинговых работ на автомобильных дорогах

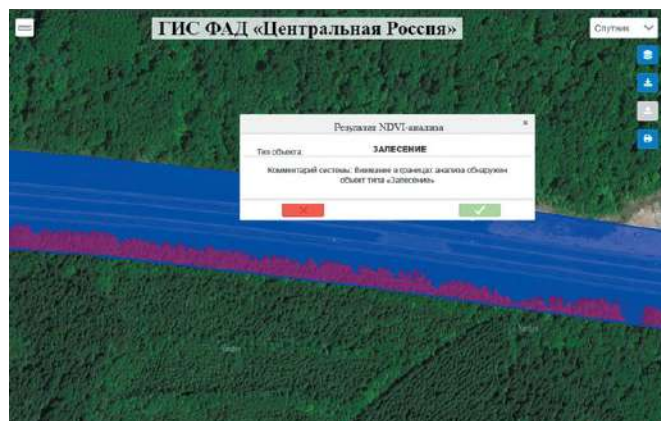


Рис. 11. NDVI-анализ залесения полосы отвода



Рис. 12. NDVI-анализ несанкционированных съездов



На основании проведенного мониторинга необходимо выполнить локализацию проблем, полевые изыскания и принять решение об их устранении.

Также геопортал позволяет проводить мониторинг состояния инженерных сооружений (искусственные, защитные и иные), тесно связанных с автомобильной дорогой, которые должны находиться строго в границах полос отвода. Мониторинг проводится оператором системы с применением методов визуального и геоинформационного анализа. В случае обнаружения нарушения необходимо провести работы по уточнению границ полосы отвода. Инвентаризационные работы на автомобильных дорогах проводятся с целью учета движимого и недвижимого имущества, входящего в состав той или иной дороги. Результатом инвентаризации является технический паспорт, состоящий из текстовой и графической частей [19].

Геопортал дает возможность осуществить инвентаризацию некоторых объектов. В рамках исследования была проведена инвентаризация участка автомобильной дороги М-7 Горьковское шоссе от 21 до 23 км (Рис. 12) на основе данных системы.

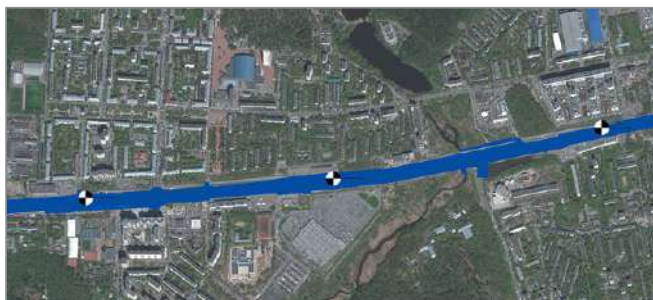


Рис. 13. Участок проведения инвентаризации

Геометрические параметры, количество и протяженность объектов, составляющих имущественный комплекс автомобильной дороги, определены по космическим снимкам и могут быть в дальнейшем уточнены по аэрофотоснимкам.

Разработанная геоинформационная система дает возможность проведения инвентаризации отдельных частей автомобильной дороги, а также оценки состояния дорожного полотна, разметки и обустройства автомобильной дороги.

#### 4 Обсуждение результатов

Результаты проведенного научно-практического исследования могут быть использованы в целях управления имущественным комплексом автомобильных дорог. Также разработанная методика может быть адаптирована под различные сферы

деятельности общества. Научные работы в сфере ГИС автомобильных дорог и геоинформационного обеспечения в общем направлены на активное внедрение 3D-моделей непосредственно в систему ГИО. Однако на данном этапе наиболее эффективно оптимизировать работу геоинформационных систем и геопорталов за счет упрощения принципа их работы и реализации в них только необходимых для потребителя функциональных возможностей. Данный принцип представлен автором в результатах исследования и может быть реализован в отношении геопортальных разработок. Данный принцип был также реализован в системе QGIS путем настраивания необходимых функциональных модулей. Однако на данный момент вопрос эффективности использования настольных ГИС и Web-ГИС в целях управления недвижимым имуществом предприятий остаётся открытым.

Как было сказано ранее, существующие аналоги не отвечают требованиям управления земельно-имущественным комплексом автомобильных дорог, тогда как разработанная система геоинформационного обеспечения, включающая в себя алгоритм и архитектуру средства ГИО, отличается интуитивно понятным интерфейсом, открытостью средства ГИО, а также спектром функциональных возможностей, необходимых для решения управленческих задач, связанных с недвижимым имуществом: модуль пересчета координат обеспечивает корректное отображение протяженных объектов в системе (интеграция различных систем координат); связь кадастровых данных с данными адресации и километровыми пикетами позволяет работникам автодорожной отрасли сопоставлять данные ЕГРН с техническими паспортами автомобильных дорог, тем самым повышая качество учета недвижимого имущества; анализ данных на предмет выявления наложений и разрывов полосы отвода, а также анализ входных данных автоматизируют процессы выполнения кадастровых, мониторинговых и иных работ на автодорогах, и обеспечивают качественную фильтрацию и систематизацию данных.

Гибкая и универсальная структура системы геоинформационного обеспечения и в следствие архитектура средства ГИО может быть детально проработана и применена в области стандартизации требований к геопорталам для дальнейшей их интеграции в единую инфраструктуру пространственных данных. [20] Также в рамках данной работы имеет значение базовый набор метаданных геопортала автомобильных дорог, обеспечивающий подробное отображение характеристик пространственных данных об объектах земельно-имущественного комплекса автомобильных дорог. Разработанные

элементы системы ГИО могут быть практически применены в области создания локальных и специализированных ИПД автодорожных предприятий, так как предложенные решения включают в себя условия интероперабельности данных и возможность связи с внешними ресурсами.

## 5 Выводы

Подводя итог, можно сказать, что геоинформационная система, созданная на базе сети-Интернет, вносит вклад в развитие цифровой экономики и инфраструктуры пространственных данных на территории Российской Федерации. Также, архитектура сайта может стать основой для стандартизации разработки прикладных геопорталов.

Разработанная система имеет следующие преимущества:

1. Интеграция Яндекс.Карт делает интерфейс системы интуитивно понятным для любого пользователя;
2. Открытый доступ к системе обеспечивает прозрачность всех процессов, происходящих с автомобильной дорогой;
3. Стабильность работы системы, за счёт использования облачных хранилищ;

4. Доступ к геопорталу с любого устройства, имеющего выход в Интернет;
5. Фильтрация данных, и отображение информации исключительно об автомобильных дорогах;
6. Автоматизация процессов кадастровых работ, мониторинга использования объектов дорожной инфраструктуры;
7. Оптимизация процесса управления недвижимым комплексом предприятия.

Геоинформационное обеспечение - неотъемлемая часть системы управления недвижимым имуществом различных организаций.

Разработанная система может служить основой для формирования и ведения информационных моделей объектов капитального строительства, а также способствует общему развитию данной области. Состояние транспортной сети влияет на экономическое положение государства и его граждан.

Таким образом, разработанные, в рамках данного исследования, алгоритм и средство ГИО повышают эффективность проведения земельно-имущественных работ на автомобильных дорогах, влияют на качественное состояние самих автомобильных дорог и способствуют уменьшению финансовых и трудовых затрат предприятия.

## Библиография

1. Карпик А.П. Методологические и технологические основы геоинформационного обеспечения территорий: моногр. // Новосибирск: СГГА, 2004. 260 с.
2. Шевин А.В. Геопорталы как базовые элементы инфраструктуры пространственных данных: анализ текущего состояния вопроса в России / А.В. Шевин // Вестник СГУГиТ. 2016 г. № 3 (35). С. 102 – 110.
3. Koshkarev A.V., Antipov A.N., Batuev A.R. Geoportals within the Infrastructure of Spatial Data: Russian Academic Resources and Geoservices // Geograf. Prirodn. Resursy. 2008; Vol. 1. P. 21-32.
4. Дмитриенко В.Е. Геопорталы дорожных организаций в контексте мирового опыта / В.Е. Дмитриенко // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. №2 (5). С. 136–145.
5. Дмитриенко В.Е., Скворцов А.В. Геопортал автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. С. 42–46;
6. Геоинформатика транспорта // Б.А. Лёвин, В.М. Крутлов, С.И. Матвеев, В.Я. Цветков, В.А. Коугия. М.: ВИНТИ РАН, 2006. 336 с.
7. Kostesha V.A., Shapovalov D.A., Barbasov V.K., Chetverikova A.A., Kolesnikova I.K. Geoportal for highways as a basic element of spatial data infrastructure // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. №867. P. 012162.
8. Kulawiak M., Dawidowicz A., Pacholczyk M.E. Analysis of server-side and client-side Web-GIS data processing methods on the example of JTS and JSTS using open data from OSM and geoportal // Computers & Geosciences. 2019. Vol. 129. P. 26-37.
9. Jing Zhang. Research on Key Technologies of network GIS cluster based on server virtualization // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2019. №252. P. 052078.
10. Баширова Ч.Ф. Индекс NDVI для дистанционного мониторинга растительности / Ч.Ф. Баширова // Молодой ученый. 2019. № 31 (269). С. 30-31.
11. Zha Y., Gao J., Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery // International journal of remote sensing. 2003; Vol. 24. №3. P. 583-594.
12. Valdiviezo-N J.C., Téllez-Quinones A., Salazar-Garibay A., López-Caloca, A.A. Built-up index methods and their applications for urban extraction from Sentinel 2A satellite data: discussion // JOSA A. 2018. Vol. 35. № 1. P. 35-44.

13. Костеша В.А., Рулева Н.П., Колесникова И.К. Проблемы и перспективы совершенствования кадастрового учета автомобильных дорог // Известия вузов «Геодезия и аэрофотосъемка». 2021. Т. 65. № 3. С. 366–374. DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-3-366-374.
14. Ягузова С.Е. Проблемы государственной регистрации прав на линейные объекты / С.Е. Ягузова // Интерэкспо Гео-Сибирь.– 2013.
15. Kalantari M., Dinsmore K., Urban-Karr J., Rajabifard A. A roadmap to adopt the Land Administration Domain Model in cadastral information systems // Land Use Policy. 2015. Vol. 49. P. 552-564.
16. Калюкина Н.В. Особенности кадастровой деятельности в отношении линейных объектов // Кадастр недвижимости. 2014. № 3. С. 70-74
17. Комплексный мониторинг линейных объектов и их земель [Электронный ресурс] / Лесных И.В., Мизин В.Е. //Интерэкспо Гео-Сибирь. 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyu-monitoring-lineynyh-obektov-i-ih-zemel>. (дата обращения 25.06.2021)
18. Цаль А.Ю., Ермошин Н.А., Серeda П.О. Совершенствование технических решений мониторинга автомобильных дорог и транспортных сооружений // Инженерный вестник Дона. 2018. №1.
19. Дубровский А.В., Ершов А.В., Новоселов Ю.А., Москвин В.Н. Элементы геоинформационного обеспечения инвентаризационных работ // Вестник СГУГиТ. 2017. Вып. 4. С. 78–91.
20. Скворцов А.В., Бойков В.Н. Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. №2 (5). С. 37–41.

**Костеша Владимир Александрович**

Государственный университет по землеустройству; Кафедра геодезии и геоинформатики; Факультет городского кадастра  
ORCID: 0000-0002-4086-882X

Поступила 21.04.2021. Рецензия получена 09.12.2021. Принята к публикации 20.12.2021

---

UDC 528

DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-6-680-691

## DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF GEOINFORMATION SUPPORT FOR THE MANAGEMENT OF A REAL ESTATE COMPLEX OF HIGHWAYS

**Vladimir. A. Kotesha**<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> State University of Land Use Planning, Moscow, Russia

\* [vlkotesha@mail.ru](mailto:vlkotesha@mail.ru)

**Citation:** Rostesha VA. Development of a system of geoinformation support for the management of a real estate complex of highways. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. Moscow. 2021;65(6): 680-691. (In Russian). DOI:10.30533/0536-101X-2021-65-6-680-691

**Keywords.** geoinformation support, geoportal, cadastral works, monitoring, inventory, architecture, effective management, property complex of highways, right-of-way, roadside lane.

**Abstract.** The field of geoinformation technologies is rapidly developing together with the digital transformation of the economy and the modernization of software. Geoinformation systems and geoportals are means of implementing geoinformation support: the process of meeting people's needs in obtaining reliable, complete and accurate spatial information. Geoinformation support is of practical importance in the management of objects that are closely related to the earth and other structural elements, including highways. The purpose of this research is to develop a system of geoinformation support for land and property works on highways, to further improve the efficiency of their management. As part of the work, the following tasks were solved: an algorithm for geoinformation support was created; an algorithm for geoinformation support of land and property works on highways was formed, the architecture of the geoportal (means of geoinformation support) was developed on its basis. The testing of the geoinformation support methodology was carried out, which includes: information support for the formation of a land plot at the site of the gap in order to conduct state cadastral registration

and state registration of rights; monitoring of land plots based on data contained in the geoportal, for the detection of the most frequent violations associated with the operation of the right-of-way (reforestation, unauthorized exits); inventory of the highway section.

The practical implementation of the scientific development is a means of geoinformation support of works in relation to highways of federal significance, which has a wide range of functional capabilities that ensure the implementation of the algorithm of geoinformation support of cadastral, land management, monitoring and other works on highways, as well as increase the efficiency of the management of the land and property complex of highways.

## References

1. Karpik AP. *Metodologicheskie i tekhnologicheskie osnovy geoinformatsionnogo obespecheniya territorii* [Methodological and technological bases of geoinformation support of territories: Monograph]. [Siberian State Geodetic Academy] Novosibirsk: SGGa, 2004. (In Russian)
2. Shevin AV. Geoportaly kak bazovye elementy infrastruktury prostranstvennykh dannykh: analiz tekushchego sostoyaniya voprosa v Rossii [Geoportals as Basic Elements of Spatial Data Infrastructure: Analysis of the Current State of the Issue in Russia]. *Vestnik of SSUGT*. 2016; 3(35): 102 - 110. (In Russian)
3. Koshkarev AV, Antipov AN, Batuev AR. Geoportals within the Infrastructure of Spatial Data: Russian Academic Resources and Geoservices. *Geograf. Prirodn. Resursy*. 2008;1: 21-32.
4. Dmitrienko VE. Geoportaly dorozhnykh organizatsii v kontekste mirovogo opyta [Geoportals of road organizations in the context of global experience]. [CAD and GIS of roads] *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2015; 2 (5): 136-145. (In Russian)
5. Dmitrienko V.E., Skvortsov A.V. Geoportal avtomobil'nykh dorog [Geoportal of highways]. [CAD and GIS of roads] *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2013; 42-46. (In Russian)
6. Levin BA, Kruglov VM, Matveev SI, Tsvetkov VYa, Kougiya VA. *Geoinformatika transporta* [Geoinformatics of transport]. Moscow: Vserossiiskii institut nauchnoi i tekhnicheskoi informatsii Rossiiskoi akademii nauk; 2006. (In Russian)
7. Kostesha VA, Shapovalov DA, Barbasov VK, Chetverikova AA, Kolesnikova IK Geoportal for highways as a basic element of spatial data infrastructure. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;867: 012162.
8. Kulawiak M, Dawidowicz A, Pacholczyk ME. Analysis of server-side and client-side Web-GIS data processing methods on the example of JTS and JSTS using open data from OSM and geoportal. *Computers & Geosciences*. 2019;129: 26-37.
9. Jing Zhang. Research on Key Technologies of network GIS cluster based on server virtualization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;252: 052078.
10. Bashirova ChF. Indeks NDVI dlya distantsionnogo monitoringa rastitel'nosti [NDVI index for remote vegetation monitoring]. [Young scientist] *Molodoi uchenyi*. 2019;31(269): 30-31. (In Russian)
11. Zha Y, Gao J, Ni S. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *International journal of remote sensing*. 2003;24(3): 583-594.
12. Valdiviezo-N JC, Téllez-Quinones A, Salazar-Garibay A, López-Caloca, AA. Built-up index methods and their applications for urban extraction from Sentinel 2A satellite data: discussion. *JOSA A*. 2018;35(1): 35-44.
13. Kostesha VA, Ruleva NP, Kolesnikova IK. Problems and prospects of improving the cadastral registration of highways. *Izvestia vuzov. Geodesy and Aerophotosurveying*. 2021;65(3): 366–374. (In Russian). DOI: 10.30533/0536-101X-2021-65-3-366-374.
14. Yaguzova SE. Problemy gosudarstvennoi registratsii prav na lineinye ob"ekty [Problems of state registration of rights to linear objects]. *InterExpo Geo-Siberia* 2013. (In Russian)
15. Kalantari M., Dinsmore K., Urban-Karr J., Rajabifard A. A roadmap to adopt the Land Administration Domain Model in cadastral information systems. *Land Use Policy*. 2015;49: 552-564.
16. Kalyukina NV. Osobennosti kadaastrovoi deyatel'nosti v otnoshenii lineinykh ob"ektov [Features of cadastral activity in the relations of linear objects]. [Cadastre of real estate] *Kadastr nedvizhimosti*. 2014;3: 70-74 (In Russian)
17. Lesnykh IV, Mizin VE. Kompleksnyi monitoring lineinykh ob"ektov i ikh zemel' [Integrated monitoring of linear objects and their lands]. *Interexpo Geo-Siberia*. 2011, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnyy-monitoring-lineinykh-obektov-i-ih-zemel>. (accessed 26 June 2021) (In Russian)
18. Tsal AY, Ermoshin NA, Sereda PO. Sovershenstvovanie tekhnicheskikh reshenii monitoringa avtomobil'nykh dorog i transportnykh sooruzhenii [Improvement of technical solutions for monitoring of roads and transport structures]. [Engineering Herald of the Don] *Inzhenernyi vestnik Dona*. 2018; 1. (In Russian)
19. Dubrovsky AV, Ershov AV, Novoselov YA, Moskvina VN. Elementy geoinformatsionnogo obespecheniya inventarizatsionnykh rabot [Elements of Geoinformation Support for Inventory Works]. *Vestnik of SSUGT*. 2017; 4: 78-91. (In Russian)
20. Skvortsov AV, Boikov VN. Obshchaya sreda dannykh kak klyuchevoi element informatsionnogo modelirovaniya avtomobil'nykh dorog [Common data environment as a key element of highway information modeling]. [CAD and GIS of roads] *SAPR i GIS avtomobil'nykh dorog*. 2015;2(5): 37–41. (In Russian)

Received 2021.04.21. Revised 2021.12.09. Accepted 2021.12.20