

Применение ГИС Государственной компании «Автодор» для решения практических задач эксплуатации дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2019.2.8

Дмитриенко В.Е., коммерческий директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Кузовлев Е.Г., начальник отдела содержания автомобильных дорог

Государственной компании «Автодор» (г. Москва)

Шамраев Л.Г., к.т.н., начальник управления диагностики ООО «Автодор-Инжиниринг» (г. Москва)

Описывается опыт применения геоинформационной системы для решения практических задач эксплуатации автомобильных дорог Государственной компании «Автодор». Приводятся основные функциональные возможности и примеры использования ГИС IndorRoad для ввода, учёта и анализа данных.



Введение

Современный уровень развития информационных технологий позволяет применять высокопроизводительные методы инженерных изысканий с использованием воздушной аэрофотосъёмки с беспилотных летательных аппаратов (рис. 1), наземного и воздушного лазерного сканирования, цифровых моделей местности; создавать библиотеки типовых компонентов (конструкций дорожных одежд, элементов инженерного и сервисного обустройства, элементов инженерных коммуникаций и интеллектуальных транспортных систем и др.) информационных моделей автомобильных дорог с широким интернет-доступом к этим библиотекам всех участников дорожной деятельности [1, 2, 3]. Кроме того, использование данных ГИС при проведении инженерных изысканий (геодезических, геологических, гидрометеорологических) позволит повысить достоверность объёмов, полноту и качество изысканий, сократить издержки на стадии реализации проектных решений, а также реализовать следующие преимущества:

- создание унифицированного подхода к разработке программ выполнения изысканий;
- планомерное развитие и обеспечение сохранности ведомственной опорной геодезической сети [4], создание единого координатного и высотного пространства всей дорожной сети страны;
- повышение качества и точности инженерно-геодезических изысканий;
- оперативное взаимодействие в части передачи опорной геодезической сети подрядным организациям для производства строительно-монтажных работ, что позволит избежать срыва сроков на начальном этапе строительства;
- взаимодействие всех участников проекта в единой информационной среде ГИС, содержащей достоверные исходные данные и документацию по объекту, предоставляющей доступ к актуальным данным о проектных решениях и фактическом состоянии инженерного сооружения, материалам и результатам строительного контроля;
- кратчайшие сроки выполнения работ, персональная ответственность



Рис. 1. Пример аэрофотосъёмки участка автомобильной дороги М-4 «Дон»

за качество инженерных изысканий и лабораторных испытаний.

Основные функции ГИС

Геоинформационная система автомобильных дорог IndorRoad [5] предназначена для учёта и паспортизации, управления эксплуатацией и сопровождения всего жизненного цикла автомобильных дорог. Использование аналитических возможностей ГИС возможно только после качественного и полноценного наполнения исходными данными. В случае с автомобильными дорогами речь идёт о создании подробной, точной модели дороги, включающей проезжую часть, земляное полотно, искусственные сооружения, средства организации движения, земельные участки, пункты сервисно-

го обслуживания, а также придорожную полосу.

Приведём несколько примеров использования данных ГИС на стадии эксплуатации автомобильных дорог Государственной компании.

- Формирование разнообразной отчётной документации, требуемой в рамках эксплуатации автомобильных дорог:
 - отчёты по паспортизации (рис. 2), а также дополнительные отчёты о наличии и текущем состоянии дорожных объектов;
 - инвентарные отчёты, позволяющие получить информацию о характеристиках места прохождения автомобильной дороги, краткую характеристику дорожных сооружений; дополнительно

2. Общие данные об автомобильной дороге

2.1. **Наименование** автомобильной дороги федерального значения М-4 М.4 «Дон» Москва - Воронеж - Ростов-на-Дону - Краснодар - Ставропольск.

2.2. **Участок дороги** от км 20+644 до км 1542+1261

2.3. **Протяженность дороги (в частях)**

Начало дороги (участка), км	Концы дороги (участка), км	Общая протяженность, км				В том числе участков	
		дороги	подъездов (объездов)	дороги вместе с подъездами (объездами)	обслуживаемых дорожных организаций	находящихся в населенных пунктах	совместных
1	2	3	4	5	6	7	8
20+644	1542+1261	1523,326	0,000	1523,326	979,175	56,215	103,027

2.4. **Наименование подъезда (объезда) и его протяженность**

Наименование подъезда (объезда)	Место примыкания подъезда (наименование), км	Протяженность, км

Рис. 2. Пример формирования паспорта объекта

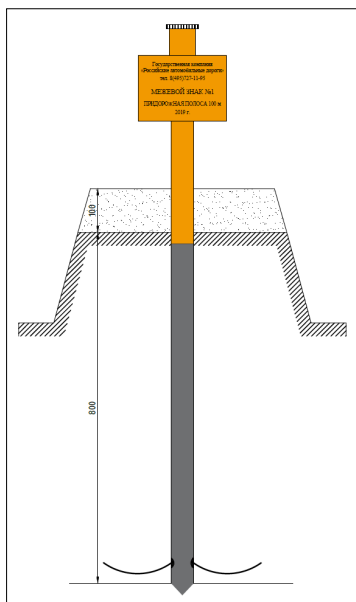
Таблица 1. Характеристика объекта «Земельный участок»

Показатель характеристики объекта	Значение показателя
Площадь участка, м2	7800,00
Кадастровый номер	23:05:0302044:1
Расположение	Край Краснодарский, р-н Выселковский, южнее ст-ца Березанская, на автомагистрали «Дон 1247+980 м», справа
Категория земель	Земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны
Дата внесения в ЕГРН	28.12.2001
Координаты	45,708057; 39,617058

можно сформировать ведомость с перечнем автомобильных дорог, ведомость по учёту балансовой стоимости автомобильных дорог в базе данных, а также концессионную отчётность в форме ведомости сооружений и оборудования повышения безопасности дорожного движения или ведомости объектов дорожного сервиса;

- отчёты по диагностике и оценке технического состояния участков автомобильных дорог в соответствии с ОДН 218.4.039–2018;
- отчёты по ДТП — список отчётов по карточкам дорожно-транспортных происшествий и участков их концентрации (по методикам расчёта ОДМ 218.4.005–2010 и ОДМ 218.6.015–2015);
- описание местоположения земельного участка — содержит отчёт с описанием местоположения выделенного земельного участка в соответствии с выбранной системой координат: WGS 84 (местоположение в географических координатах) или локальная проекция (местоположение в метрах).

Рис. 3. Межевой знак для закрепления характерных точек границ земельных участков полосы отвода



- Актуализация сведений о придорожной полосе с обозначением границы придорожной полосы информационными щитами (указателями), устанавливаемыми на межевых знаках (рис. 3), и внесение данных по земельным участкам полосы отвода и смежным с ними, включая:
 - геометрию в электронном виде в системе координат МСК;
 - сканы выписок из ЕГРП и ГКН;
 - сканы прочих документов на земельные участки.

После выполнения кадастровых работ в придорожной полосе автомобильной дороги по изменению, уточнению или постановке на учёт земельных участков, а также при получении новых сведений о земельных участках из Единого государственного реестра недвижимости актуализируется информация в следующих разделах дорожных объектов: «Земельные участки», «Придорожные полосы» (табл. 1, рис. 4).

- Внесение и актуализация данных объектов сервиса. Например, на км 1247+916 автомобильной дороги М-4 «Дон» расположена многофункциональная зона дорожного сервиса (МФЗ) площадью 3386,13 м², в состав которой входит АЗС «Газпром» (рис. 5). В ГИС вносятся следующие характеристики МФЗ (табл. 2).
- Отслеживание гарантийных обязательств, действующих на автомобильную дорогу; назначение и отслеживание гарантийных сроков на выполненные работы. Анализ осуществляется в специальной сводной таблице, где могут быть отображены гарантийные сроки на несколько автомобильных дорог, на одну дорогу или только на выбранный участок дороги (рис. 6). Система IndorRoad позволяет отслеживать гарантийные обязательства, возникшие в результате строительства, ремонта или реконструкции автомобильной дороги [6].

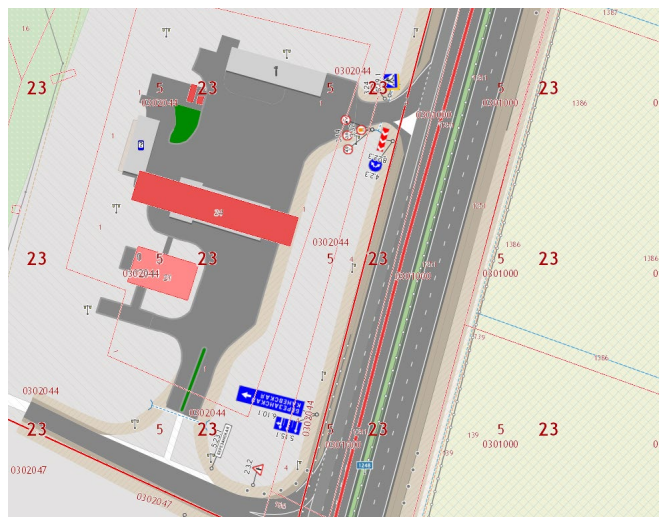


Рис. 4. Актуализированные объекты придорожной полосы и земельных участков

Таблица 2. Характеристика объекта «МФЗ»

Местоположение на дороге	
Автомобильная дорога	М-4 «Дон»
Направление	Основное направление
Ось	Основная трасса — прямое направление
Местоположение, км	1248,685
Местоположение, км+	1247+916
Расположение	Справа
АЗС	
Наименование	АЗС «Газпром»
Тип АЗС	Автомобильные заправочные станции
Число колонок	4
Номер телефона	+7 (861) 253-20-53
Часы работы	Круглосуточно
Организация-владелец	ООО «ГЭС Розница»
Площадь, м2	343,17
Расстояние от кромки, м	51,63

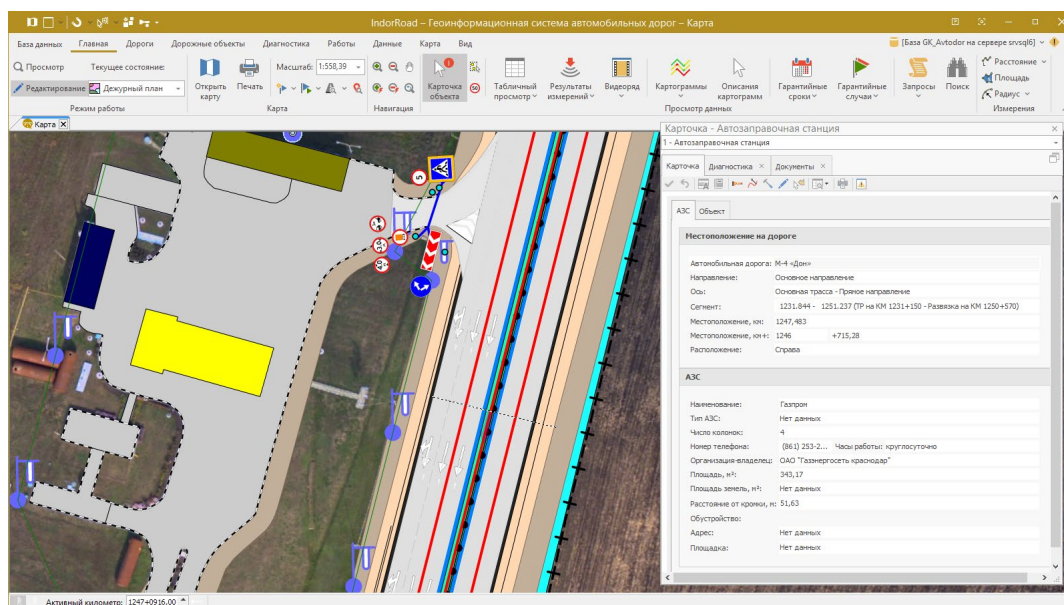


Рис. 5. Схема расположения МФЗ на км 1247+916 автомобильной дороги М-4 «Дон»

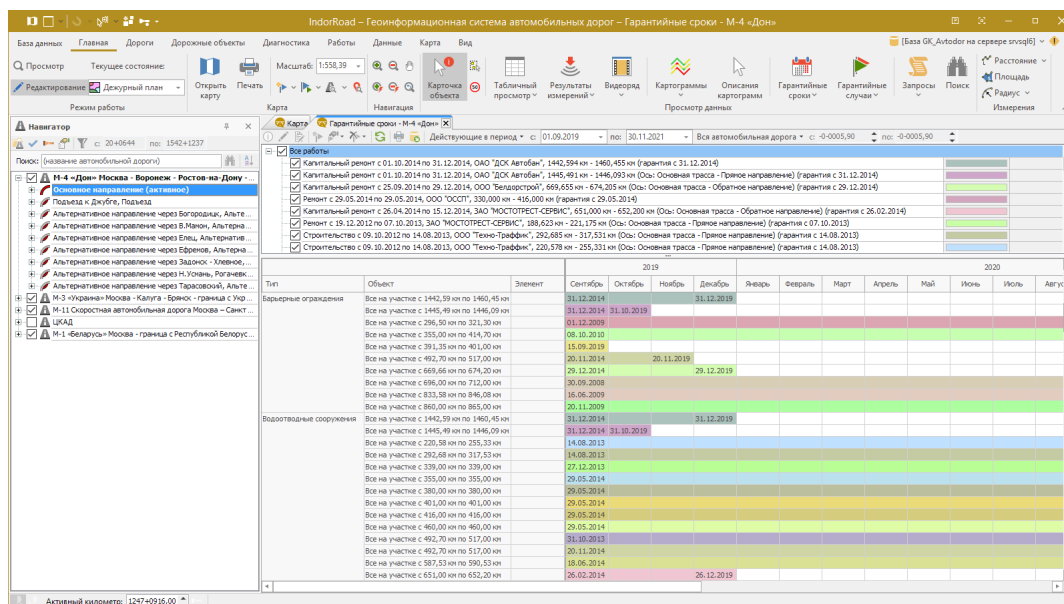


Рис. 6. Гарантийные сроки по автомобильной дороге М-4 «Дон»

Внесение данных в ГИС

При создании ГИС закладываются пункты ведомственной опорной геодезической сети, которые располагаются преимущественно на искусственных сооружениях и являются частью инфраструктуры. Использовать

ведомственную опорную геодезическую сеть могут геодезисты, системы автоматизированного управления дорожно-строительной техникой, беспилотные транспортные средства для более точного позиционирования на дороге (взаимодействие с постоян-

но установленными антеннами GPS (Global Positioning System) в режиме дифференциальной коррекции DGPS (Differential GPS)). Государственной компанией сформирована ведомственная опорная геодезическая сеть протяжённостью 571,4 км, и плани-

Таблица 3. Ведомость выборочного контроля качества горизонтальной дорожной разметки, выполненной красками (эмалью) на автомобильной дороге М-4 «Дон» в Воронежской области

Дата	Адрес проведения контроля, км+, прямое/ обратное направление	Категория объекта	Тип линий разметки по ГОСТ Р 51256-2018	Среднее значение удельного коэффициента световозвращения RL, мкд·лк ⁻¹ ·м ⁻²		Среднее значение удельного коэффициента светоотражения при диффузном освещении Qd, мкд·лк ⁻¹ ·м ⁻²		Среднее значение коэффициента яркости bv, %	
				Соответствие требованиям ГОСТ Р 52289-2004					
				Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.	Соотв.	Не соотв.
14.06.2019	Тр. развязка, км 740, съезд в о/н	II	1.13	156		184		52	
			1.14.1	150		182		50	
			1.18	165		198		59	
14.06.2019	Тр. развязка, км 727, съезд в о/н	I	1.16.2	266		168		43	
			1.16.2	210		214		60	
14.06.2019	628+750 пр/н	I	1.2 л	231		230		62	
14.06.2019	621+500 пр/н	I	1.2 л	238		239		64	
14.06.2019	612+500 пр/н	I	1.2 л	245		203		60	
14.06.2019	594+100 пр/н	I	1.2 л	207		200		60	
14.06.2019	587+100 пр/н	I	1.2 л	228		202		60	
14.06.2019	544+100 пр/н	I	1.2 пр	244		236		63	
			1.2 л	288		227		62	
14.06.2019	544+100 о/н	I	1.2 пр	301		248		63	
			1.2 л	226		215		61	
14.06.2019	537+400 пр/н	I	1.2 пр	305		242		64	
			1.2 л	280		229		63	
14.06.2019	537+400 о/н	I	1.2 пр	202		218		62	
			1.2 л	291		232		63	
14.06.2019	531+000 пр/н	I	1.2 пр	311		233		63	
			1.2 л	204		201		60	
14.06.2019	531+000 о/н	I	1.2 пр	221		241		63	
			1.2 л	205		207		61	
14.06.2019	528+300 пр/н	I	1.2 пр	272		247		64	
			1.2 л	213		181		50	
14.06.2019	528+300 о/н	I	1.2 пр	268		203		60	
			1.2 л	211		225		62	
14.06.2019	518+900 пр/н	I	1.2 пр	233		182		51	
			1.2 л	217		206		60	
14.06.2019	518+900 о/н	I	1.2 л	237		189		53	
14.06.2019	Тр. развязка, км 624, съезд в пр/н на Липовку	II	1.2 пр	239		221		62	
			1.1 пр	211		235		63	
			1.1 л	282		238		63	
			1.2 л	294		240		63	
14.06.2019	Тр. развязка, км 602, съезд в о/н на сан. им. Цюрупы	II	1.2 пр	251		178		47	
			1.7 ось	152		161		41	
			1.7 л	261		198		59	
			1.2 л	237		204		59	

Неотъемлемой частью процесса эксплуатации автомобильной дороги являются работы по актуализации имеющихся и вводу новых сведений о дороге.

руется увеличить её протяжённость до 1616,7 км к 2020 году.

Неотъемлемой частью процесса эксплуатации автомобильной дороги являются работы по актуализации имеющихся и вводу новых сведений о дороге. Выделим основные виды работ по вводу данных.

- Внесение данных по диагностике автомобильных дорог, включая показатели продольной ровности IRI, колеяности, сцепления, прочности, дефектов покрытия, ГЛОНАСС/GPS-треки измерений [7].
- Внесение данных по эксплуатационному состоянию горизонтальной дорожной разметки. В частности, на основе этих данных обновляется информация по объектам типа «Инженерное обустройство». Ведомость внесённых данных приведена в таблице 3.
- Внесение и актуализация данных о проводимых работах по ремонту, капитальному ремонту, реконструкции, строительству, комплексному обустройству, ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (рис. 7).
- Внесение в ГИС сведений о материалах слоёв дорожных конструкций и их характеристиках, о расчётных параметрах дорожных конструкций.
- Внесение параметров транспортного потока, включающих информацию об интенсивности движения транспортных средств на участках автомобильных дорог с учётом категории

транспортных средств; добавление данных по дорожно-транспортным происшествиям; сбор и хранение данных об участках мест концентрации ДТП [8].

- Внесение данных по выданным заказчиком техническим требованиям и условиям на прокладку, перенос или переустройство инженерных коммуникаций, их эксплуатацию, присоединение объектов дорожного сервиса.
- Актуализация слоёв конструктивных элементов на основе данных проектов ремонтов, капитальных ремонтов, реконструкций, строительства и комплексного обустройства автомобильной дороги, рабочей и исполнительной документации, а также на основе данных панорамной фотосъёмки.

Предоставление доступа к данным ГИС с использованием веб-технологий

Актуальной на сегодняшний день задачей является создание на базе веб-технологий простого инструмента для выполнения наиболее часто востребованных операций с данными ГИС, таких как просмотр карты, поиск объектов, просмотр паспортной информации по объектам [9, 10, 11]. Специально для решения этой задачи развёрнут и запущен в пилотную эксплуатацию геопортал ГИС ГК «Автодор», благодаря которому пользователи имеют доступ к данным ГИС со стационарных компьютеров, ноутбуков, планшетных ком-

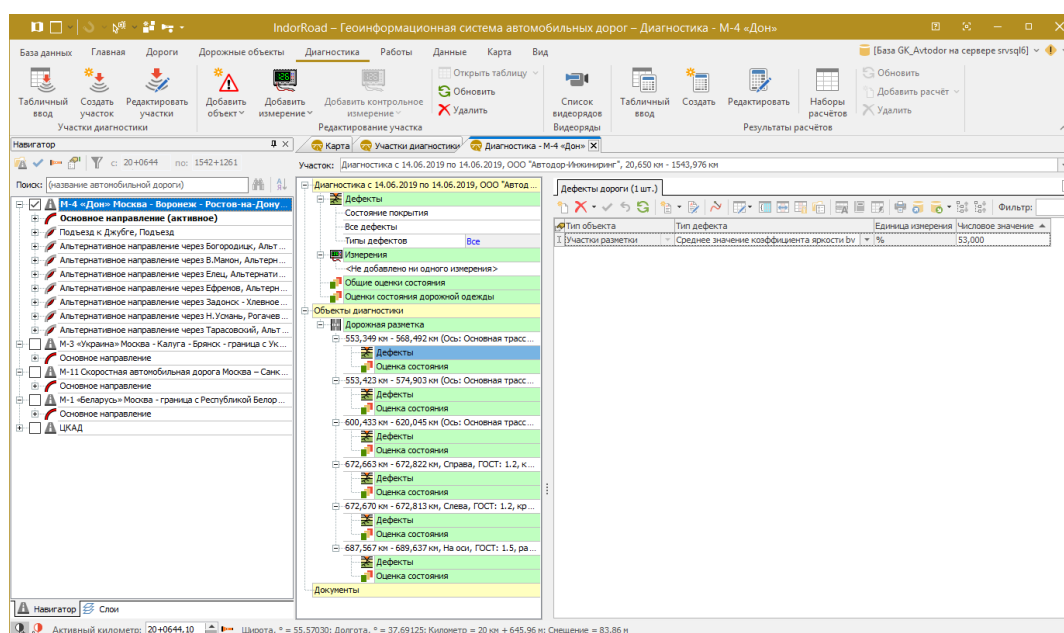


Рис. 7. Актуализированные данные диагностики в ГИС IndorRoad по автомобильной дороге М-4 «Дон»

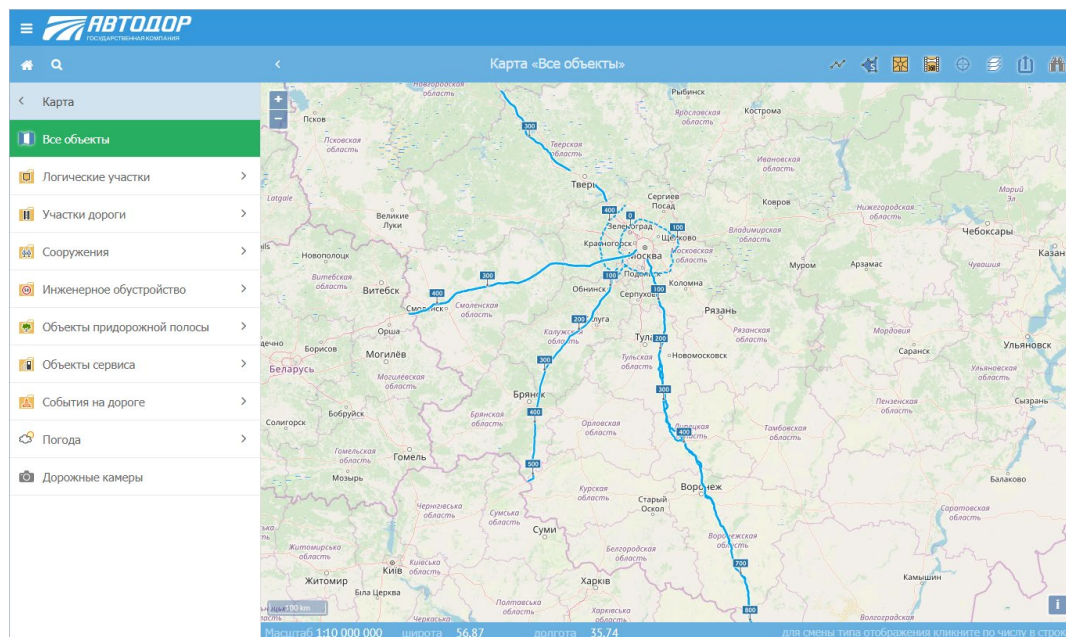


Рис. 8. Сеть автомобильных дорог ГК «Автодор», отображаемая средствами геопортала

пьютеров или мобильных устройств из любой точки, где есть доступ в интернет (при наличии логина и пароля) (рис. 8).

Помимо функций предоставления данных и просмотра, геопортал ГК «Автодор» реализует механизмы интеграции с другими системами [12]:

- данные публичной кадастровой карты Росреестра загружаются с помощью механизма WMS (Web Map Service) — протокола для выдачи географически привязанных изображений через интернет (рис. 9);
- данные с дорожных видеокамер доступны в ГИС в режиме реального времени либо в виде архива изображений с меткой времени (в зависимости от реализации протокола предоставления данных видеокамерой);
- данные с дорожных метеостанций обрабатываются, и в качестве результата пользователи автомобильных дорог могут получать метеопрогнозы на каждый час ближайших суток, благодаря чему водители могут детально спланировать поездку и подготовить автомобиль к дальней дороге, обслуживающие организации — более оперативно принять меры в случае чрезвычайных погодных условий;
- обеспечивается полноценная работа с базой данных ГИС для сотрудников центрального аппарата, филиалов и дочерних компаний на рабочих местах (180 пользователей).

Вызывает несомненный интерес и перспективный вариант использования данных ГИС посредством веб-среды общих данных (геопортала) — это предоставление трёхмерных карт субдециметровой точности (не менее 10 см) для беспилотных транспортных средств. Многие автопроизводители сегодня ведут разработки

в области роботизации и компьютерного зрения автомобилей; Государственная компания «Российские автомобильные дороги», в свою очередь, готовит инфраструктуру к взаимодействию с такими транспортными средствами, реализуя подход V2I (Vehicle to Infrastructure — автомобиль к инфраструктуре), и ГИС автомобильных дорог должна стать частью данной инфраструктуры [13].

Заключение

Таким образом, ГИС — это не только постоянно обновляющаяся база дорожных данных, развёрнутая на серверах, но и мощный программный комплекс с целым спектром аналитических функций, представленный приложением для установки на компьютерах инженеров-дорожников и мобильным приложением. Отметим новые направления развития ГИС ГК «Автодор», которые стартовали в 2019 году:

- запуск технологии «одного окна» для подключения новых пользователей к базе данных ГИС и геопорталу;
- автоматизация создания опросных листов по востребованности функционала ГИС и сбор ответов в удобном интерфейсе;
- разработка и актуализация ПОДД на основе ГИС с применением системы IndorTrafficPlan [14] («ИндорСофт», г. Томск);
- внесение информации по гололёдоопасным участкам и наличие автоматизированных систем обеспечения противогололёдной обработки.

При создании ГИС закладываются пункты ведомственной опорной геодезической сети, которые располагаются преимущественно на искусственных сооружениях и являются частью

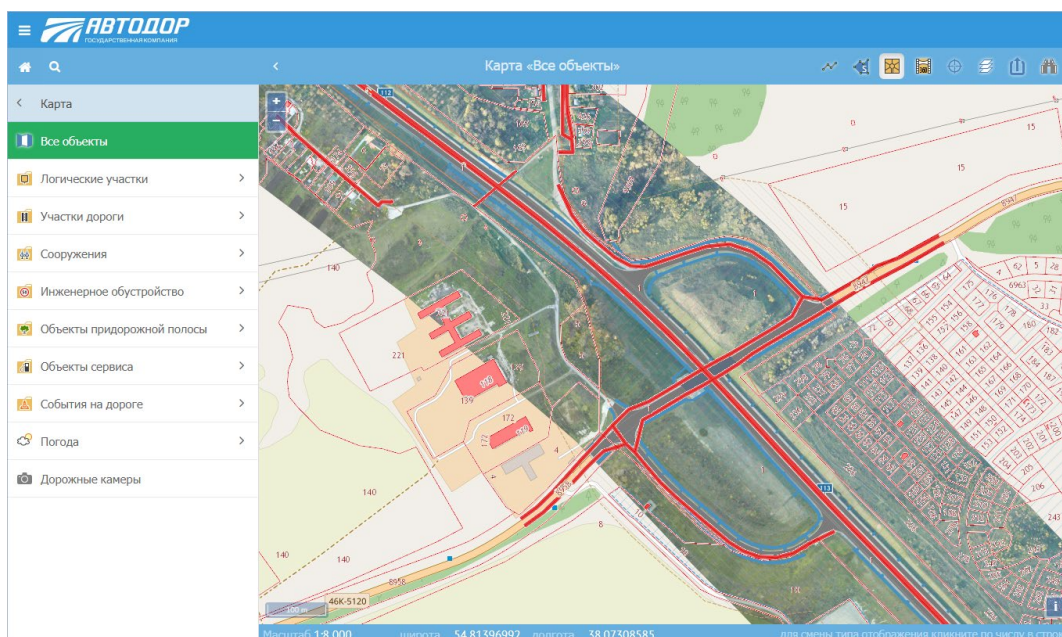


Рис. 9. Кадастровые данные от Росреестра в геопортале ГК «Автодор»

инфраструктуры. Использовать ведомственную опорную геодезическую сеть могут геодезисты, системы автоматизированного управления дорожно-строительной техникой, беспилотные транспортные средства для более точного позиционирования на дороге (взаимодействие с постоянно установленными антеннами GPS в режиме дифференциальной коррекции DGPS).

Государственной компанией сформирована ведомственная опорная геодезическая сеть протяжённостью 571,4 км, и планируется увеличить её протяжённость до 1616,7 км к 2020 году. 📄

Литература:

1. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI / А.В. Скворцов [и др.]. М.: ФГУП «ИНФОРМАВТОДОР», 2006. 372 с.
2. Бойков В.Н., Кузовлев Е.Г., Баранник С.В. ГИС автомобильных дорог в контексте парадигмы информационного моделирования (ВИМ) // Дорожники. 2017. № 3 (11). С. 66–69.
3. Шамраева В.В., Кузовлев Е.Г., Баранник С.В. Реализация геоинформационных систем в дорожной области как одного из направлений информационного моделирования // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2018. № 6 (168). С. 20–26. DOI: 10.14489/vkit.2018.06.pp.020-026
4. Гулин В.Н., Неретин А.А. Обеспечение единого координатного пространства: результаты апробации методики создания ВОГС // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 4–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.1
5. Субботин С.А., Скачкова А.С. ГИС автомобильных дорог IndorRoad. Новая версия // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 55–59. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.11
6. Скачкова А.С., Кривых И.В., Субботин С.А. Учёт гарантийных обязательств на выполненные работы

7. Князюк Е.М., Субботин С.А. ГИС IndorRoad для анализа данных диагностики автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 2(7). С. 54–59. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.3
8. Бойков В.Н., Субботин С.А. Анализ дорожно-транспортных происшествий с использованием ГИС IndorRoad // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 74–76. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.16
9. Дмитриенко В.Е., Скворцов А.В. Геопортал автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.9
10. Дмитриенко В.Е. Геопорталы дорожных организаций в контексте мирового опыта // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 136–145. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.20
11. Гумеров Д.И., Лигоцкий А.Н. Геопортал как элемент технологии информационного моделирования и корпоративной системы управления проектами // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 66–72. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.9
12. Дмитриенко В.Е. Геопортал автомобильных дорог ГК «Автодор» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2019. № 1(12). С. 32–38. DOI: 10.17273/CADGIS.2019.1.6
13. Евстигнеев И.А. Дорожная инфраструктура и высокоавтоматизированные транспортные средства // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2019. № 2(13). С. 44–50. DOI: 10.17273/CADGIS.2019.2.7
14. Шакирзянова А.М., Кривопапов А.Д. IndorTrafficPlan как удобный инструмент для проектирования организации дорожного движения // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 2(9). С. 36–42. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.2.4