

# ГИС в жизненном цикле автомобильных дорог на этапе их эксплуатации

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.2.1

Баранник С.В., главный специалист ООО «Автодор-Инжиниринг» (г. Москва)

Кузовлев Е.Г., начальник отдела содержания автомобильных дорог государственной компании «Автодор» (г. Москва)

*Геоинформационные системы (ГИС) как инструмент инжиниринга и управления состоянием автомобильных дорог обсуждается давно и имеет множество примеров практической реализации [1]. В статье рассматриваются изменяющиеся роли и место ГИС в контексте реализации парадигмы информационного моделирования. Уделено значительное внимание зарубежному опыту и нормативной базе, сопутствующей внедрению процесса информационного моделирования (BIM) в практику технико-экономического обоснования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства и, в частности, автомобильных дорог.*

В настоящее время существует множество различных геоинформационных систем как зарубежных: ArcGIS компании ESRI, MapInfo компании MapInfo Corp., свободно распространяемая QGIS, так и предоставляемых российскими вендорами: IndorRoad компании IndorSoft, «ДорГИС» компании «Интелнова» и другие. Традиционно ГИС широко применяются для управления линейно-протяжёнными объектами, в том числе и автомобильными дорогами. С помощью ГИС решаются различные задачи, стоящие перед инженерами-дорожниками и связанные с управлением таким активом, как автомобильная дорога, и объектами на ней (пунктами взимания платы, искусственными сооружениями и т.п.).

На практике существует два варианта формирования геоинформационных систем автомобильных дорог:

- создание ГИС вместе с появлением объекта: проектирование — строительство — сдача в эксплуатацию;
- создание ГИС для уже существующего объекта (сданного в эксплуатацию ранее).

Рассмотрим каждый из вариантов на примерах реализованных проектов.

Более распространённым является второй вариант реализации ГИС-проектов, т.к. большинство автомобильных дорог уже были построены к моменту развития геоинформационных технологий. К таким уже реализованным проектам относятся: ГИС М-1, ГИС М-53, ГИС М-10, ГИС «Центравтомагистраль» — созданы в 2009–2013 гг. по заказу ФДА Росавтодор; ГИС М-4 «Дон», ГИС М-3 «Украина» — проекты реализованы в 2011–2015 гг. по заказу государственной компании «Российские автомобильные дороги».



Проекты, в которых ГИС создаётся на основании данных проектной и рабочей документации вместе со строительством автомобильной дороги: ГИС М-1 обход города Одинцово — проект выполнен в 2012–2014 гг. по заказу ОАО «Главная дорога». ГИС М-11 Москва — Санкт-Петербург — проект начат в 2016 г., находится в стадии выполнения, заказчик — государственная компания «Российские автомобильные дороги».

Далее рассмотрим связь геоинформационных систем и информационного моделирования (BIM), а также докажем, что ГИС автомобильных дорог является не чем иным, как BIM-моделью и одновременно средой обих данных этапа эксплуатации.

Для многих специалистов, занимающихся информационным моделированием, BIM-модель — это чаще всего модель этапа проектирования. Далее информационная модель передаётся на этап строительства (зачастую передача модели на последующие этапы жизненного цикла просто не рассматривается) — модель дополняется необходимой информацией и повышается уровень детализации (LOD — level of development) для определённых элементов модели. По завершении строительно-монтажных работ выполняется исполнительная съёмка и модель передаётся в эксплуатацию. Ключевое отличие информационного моделирования площадных объектов (зданий, сооружений) от линейно-протяжённых (в нашем случае автомобильных дорог) состоит в том, что автомобильная дорога проектируется и строится участками. Эти объекты-участки могут иметь большой разрыв во времени реализации, проектируются и строятся совершенно разными организациями-исполнителями в отличие от здания, которое целиком от котлована и до кровли проектируется одним генеральным проектировщиком (возможно, с привлечением субпроектировщиков по различным дисциплинам). Единую BIM-модель здания можно получить целиком по завершении реализации одного проекта. Автомобильная дорога может состоять из множества BIM-моделей отдельных участков. При передаче на этап эксплуатации и для получения единой модели всей автомобильной дороги наилучшей практикой является

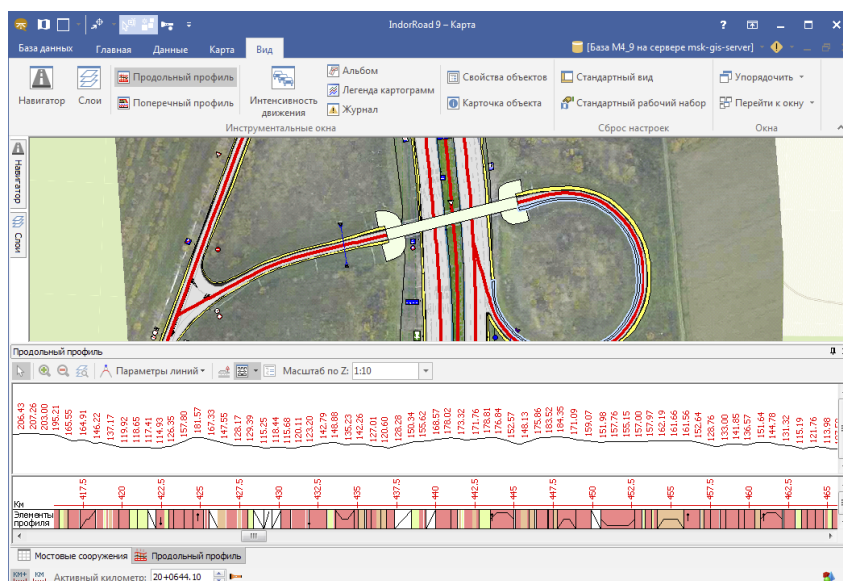


Рис. 1. Объекты автомобильной дороги в плане и продольный профиль

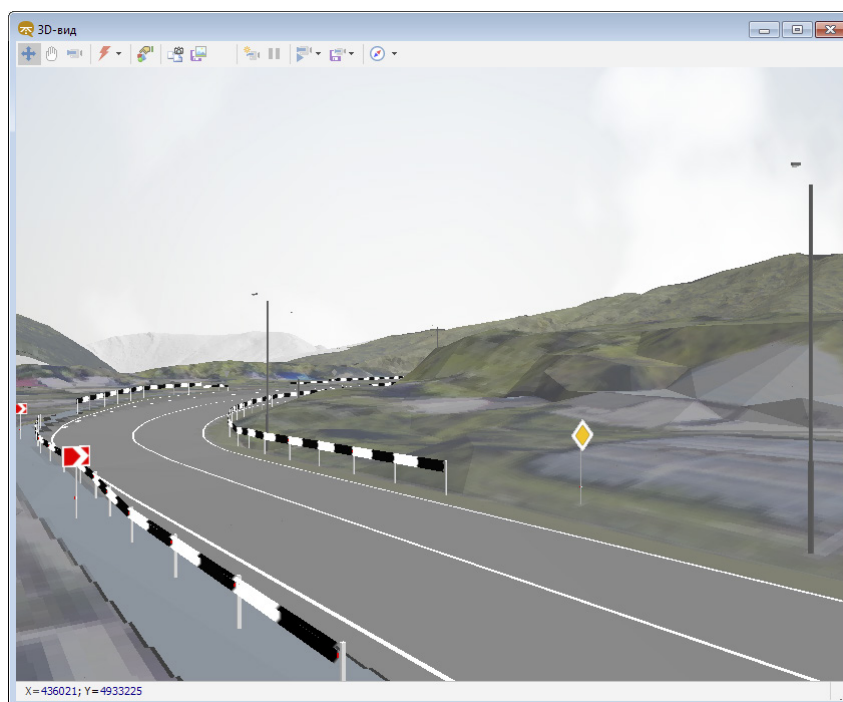


Рис. 2. 3D-вид автомобильной дороги М-4 «Дон» км 1500 + 140

ся использование геоинформационных систем.

Использование ГИС в информационном моделировании также поддерживается в BIM-стандарте США — NBIMS-US V3 [2]. Стоит отметить, что Соединённые Штаты Америки занимают одно из лидирующих мест в мире по уровню внедрения BIM. В данном стандарте описывается интерактивная модель уровней зрелости BIM (I-CMM). При оценке уровня зрелости BIM суммируются баллы по

всем 11 разделам, наивысший балл по разделу, связанному с ГИС, возможно получить, если для информационной модели справедливо следующее утверждение: «Информация из BIM полностью доступна в ГИС, включая все метаданные» [3].

Совершенно неважно, каким образом была получена информационная модель автомобильной дороги (с помощью модели, прошедшей весь путь от проектирования до эксплуатации, или в виде реализации отдельного



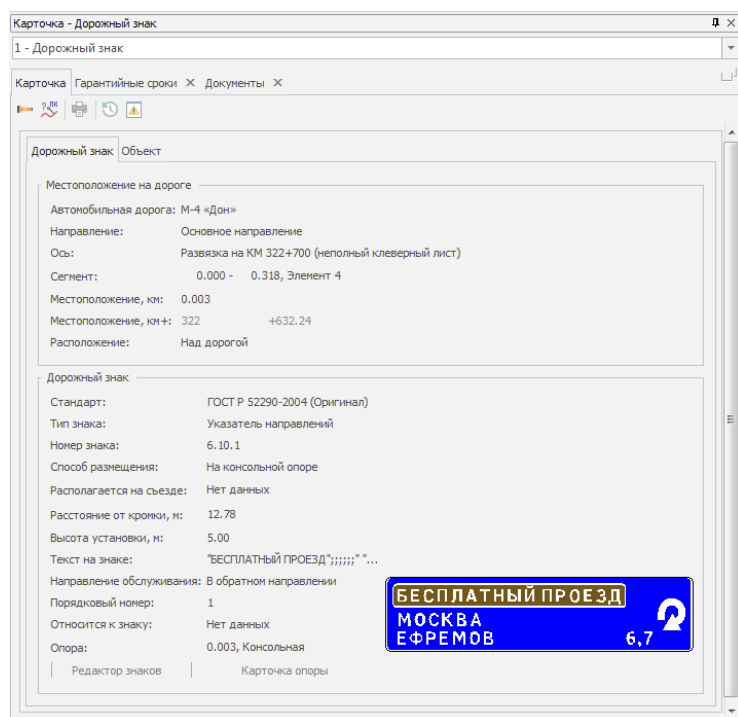


Рис. 3. Атрибуты дорожного объекта (дорожного знака)

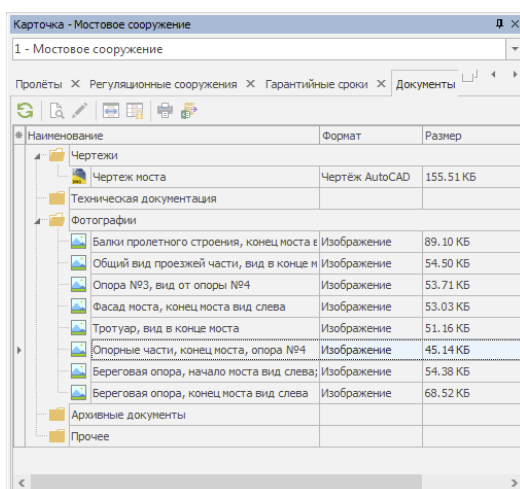


Рис. 4. Документы, прикреплённые к объекту мостовое сооружение

проекта по моделированию существующей дороги), она должна содержать в себе весь набор данных, присущий BIM-моделям. ГИС автомобильных дорог содержит все компоненты информационной модели согласно PAS 1192 2:2013

...модель автомобильной дороги, содержащаяся в ГИС, отвечает принципам информационного моделирования и может в полной мере называться BIM-моделью автомобильной дороги этапа эксплуатации.

«Проект стандарта для управления информацией на фазе капитального строительства с использованием информационного моделирования»:

- геометрическая модель объектов в трёх координатах (рис. 1, 2);
- атрибутивная информация (рис. 3);
- связанные документы (рис. 4).

Таким образом, модель автомобильной дороги, содержащаяся в ГИС, отвечает принципам информационного моделирования и может в полной мере называться BIM-моделью автомобильной дороги этапа эксплуатации.

Кроме того, оба ранее описанных способа получения информационной модели на этапе эксплуатации находят своё отражение и в британском документе PAS 1192-3:2014 «Проект стандарта для управления информацией на фазе эксплуатации объекта с использованием информационного моделирования» [4]. Данный документ устанавливает, что BIM-модель этапа эксплуатации может быть впервые создана на различных этапах жизненного цикла объекта.

Не менее важным аспектом BIM является использование среды общих данных (СОД) для реализации совместной работы. Организацию СОД зачастую вовсе не рассматривают, сосредотачивая внимание лишь на самой BIM-модели, что является некорректным, т.к. первый принятый BIM-стандарт Великобритании BS 1192:2007 «Британский стандарт. Совместное производство архитектурной, инженерной и конструкторской информации — нормы и правила» описывает именно аспекты организации СОД. ГИС автомобильных дорог в качестве хранилища данных использует сервер баз данных MS SQL, что позволяет успешно решать и эту задачу:

- все пользователи ГИС получают одновременный доступ к информационной модели автомобильных дорог;
- пользователи могут читать и изменять информацию (графическую, атрибутивную и связанные документы) в соответствии с назначенными правами доступа;
- ГИС хранит историю изменения всех объектов с помощью механизма темпоральности — модель меняется с изменением дороги. Воспользовавшись темпоральностью — своего рода «машиной времени» — мы можем сравнить текущее состояние модели с моделью годичной давности (или выбрать любую интересующую дату).

Таким образом, мы показали, что ГИС является многопользовательской средой общих данных, содержащей BIM-модель автомобильной дороги [5].

В настоящее время ведутся работы по созданию облегчённой версии ГИС автомобильных дорог, базирующейся на веб-технологиях (рис. 5). Использование «тонкого» клиента позволяет ускорить работу с ГИС. Из-за постоянно возрастающего массива данных «толстый» клиент стано-

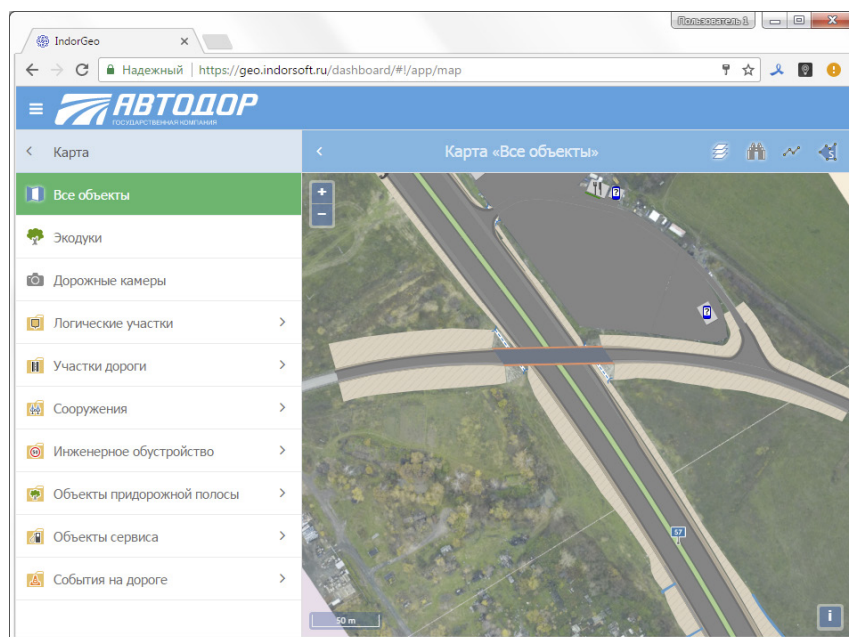


Рис. 5. Геопортал автомобильных дорог



Рис. 6. Модель Бью-Ричардса уровней зрелости BIM

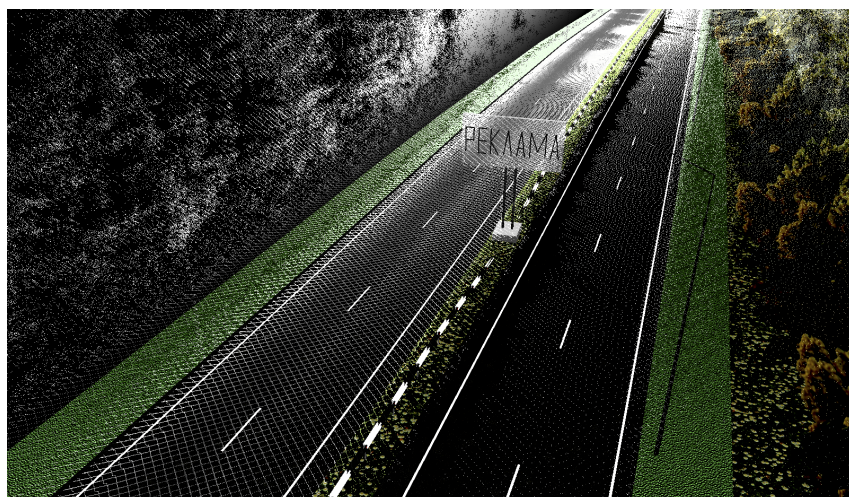


Рис. 7. Трёхмерные карты для беспилотных транспортных средств

вился всё более требовательным к аппаратной платформе. Веб-решение является менее требовательным к ресурсам, более быстрым и позволяет получать доступ к рабочему месту ГИС со стационарных компьютеров, ноутбуков, планшетных компьютеров или мобильных устройств из любой точки, где есть доступ в интернет (при наличии логина и пароля). Удобно работать с ГИС, находясь непосредственно на дороге или в командировке вдали от рабочего компьютера.

Реализация геопортала автомобильных дорог на базе веб-технологий позволяет не только ускорить и сделать более удобной работу с ГИС для пользователей, но и повысить уровень BIM-зрелости.

Если обратиться к британским BIM-стандартам серии 1192, то мы увидим, что, в соответствии с моделью Бью-Ричардса [6], третий уровень зрелости iBIM (рис. 6) предполагает использование веб-систем для хранения и управления информационными моделями. Реализация и внедрение веб-ориентированной среды общих данных с предоставлением доступа по сети интернет (обязательна аутентификация по логину и паролю) выводит нас на новый уровень информационного моделирования. В свою очередь, Великобритания в планах на 2018 г. поставила цель достижения и широкого распространения BIM уровня 2.

Очевидно, что геоинформационная система автомобильных дорог содержит комплексную BIM-модель автомобильной дороги этапа эксплуатации, а также является средой общих данных, обеспечивающей совместную работу всех заинтересованных участников процесса, а веб-ориентированная ГИС позволяет достичь наивысшего уровня зрелости (в британской классификации) — iBIM.

Прогресс не стоит на месте и традиционный круг задач, которые можно решать с помощью ГИС, постоянно расширяется. Кроме общеизвестных функций, связанных с эксплуатацией автомобильных дорог, с которыми успешно справляются многие геоинформационные системы, таких как: паспортизация, подготовка линейных графиков и отчётов, аналитические функции, связанные с диагностикой и очагами аварийности и т.д., такой технически продвинутый инструмент дорожника уже сейчас имеет фунда-



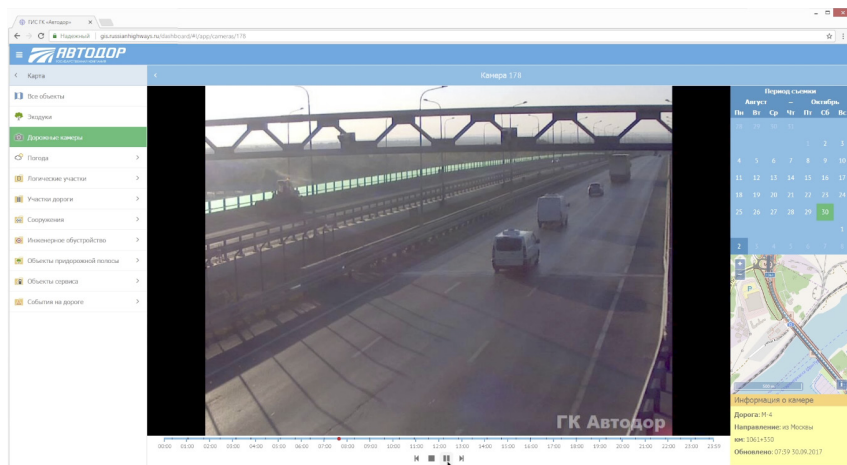


Рис. 8. Интеграция дорожных видеокамер в геопортал

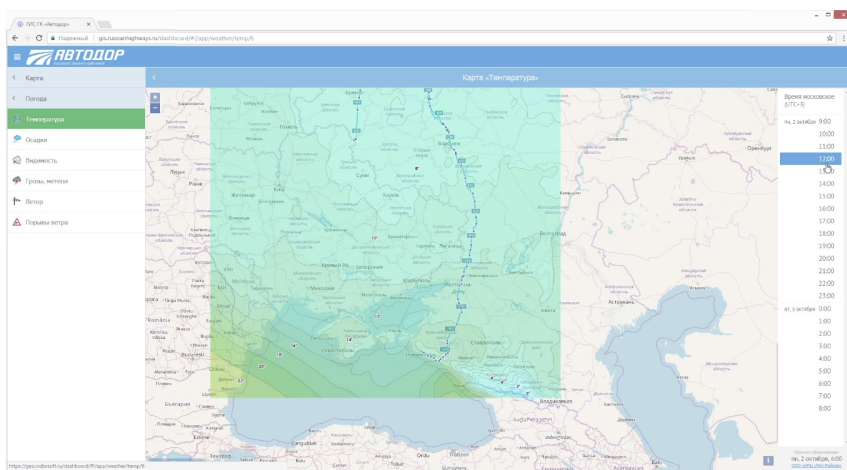


Рис. 9. Метеопрогнозы в геопортале

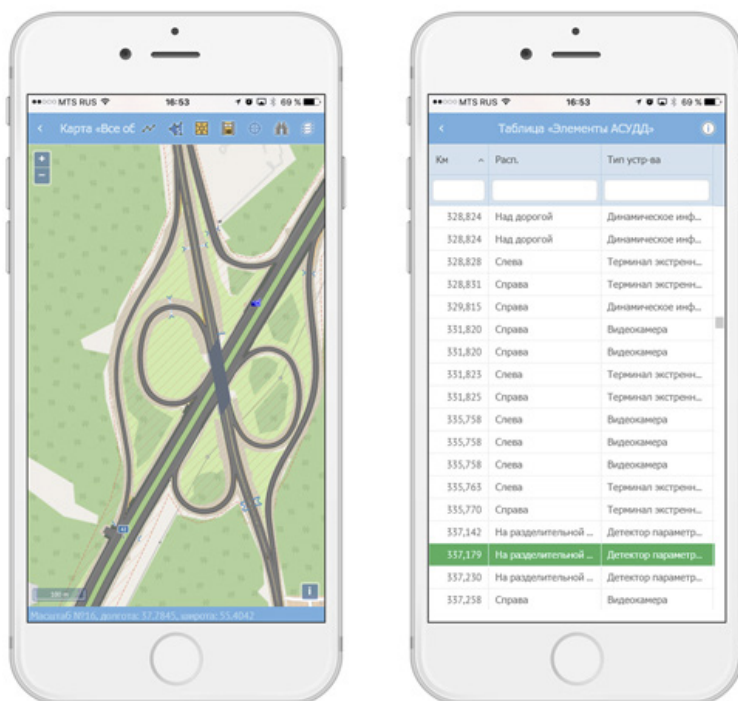


Рис. 10. Мобильное приложение ГИС

мент для инновационных направлений, которые рассмотрим ниже.

Важным и перспективным вариантом использования данных ГИС посредством веб-среды общих данных — геопортала — является предоставление трёхмерных карт субдециметровой точности (точностью не менее 10 см) для беспилотных транспортных средств (рис. 7). Уже сейчас многие автопроизводители ведут разработки в области роботизации и компьютерного зрения автомобилей, а органы управления дорожным хозяйством в лице государственной компании «Автодор» и Федерального дорожного агентства Росавтодор, в свою очередь, должны готовить инфраструктуру к взаимодействию с такими транспортными средствами, реализуя подход V2I (vehicle to infrastructure — автомобиль к инфраструктуре), и ГИС автомобильных дорог должен стать частью этой инфраструктуры.

Геопортал отлично реализует механизмы интеграции с другими системами. Уже реализована подгрузка данных публичной кадастровой карты Росреестра с помощью механизма Web Map Service (WMS) — протокола для выдачи географически привязанных изображений через интернет. Данные с дорожных видеокамер можно просматривать в ГИС (рис. 8) 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 инженеры-дорожники или рядовые пользователи автомобильных дорог могут получать метеопрогнозы на каждый час ближайших суток (рис. 9). Водители смогут лучше спланировать поездку и подготовить автомобиль к дальней дороге, а обслуживающие организации — более оперативно принять меры в случае чрезвычайных погодных условий.

Кроме представленных примеров интеграции, в архитектуру ГИС уже заложены механизмы, позволяющие реализовать взаимодействие со смежными ведомствами, такими как ГИБДД, Минтранс, а также с существующими порталами открытых данных. Ярким примером является информационный ресурс «БезопасныеДороги. РФ», разработанный Министерством



Рис. 11. Пункт ведомственной опорной геодезической сети

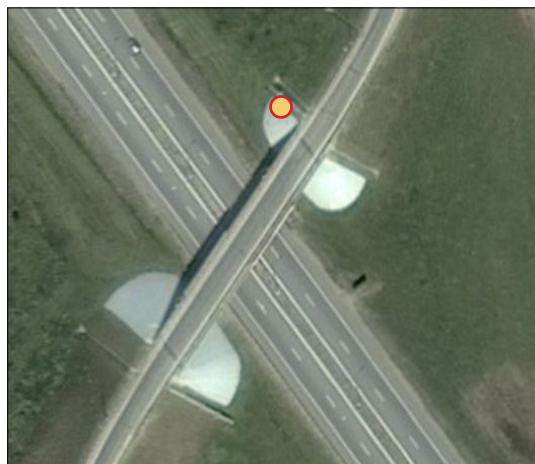


Рис. 12. Расположение пункта ВОГС



Рис. 13. Установка постоянно действующей GPS-антенны на 515 км автомобильной дороги М-4 «Дон»

Важным и перспективным вариантом использования данных ГИС... является предоставление трёхмерных карт субдециметровой точности (точностью не менее 10 см) для беспилотных транспортных средств.

связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Но ГИС — это не только постоянно обновляющаяся база дорожных данных, установленная на серверах, но и программный комплекс для работы с ней (приложение, установленное на компьютерах инженеров-дорожников (рис. 1), геопортал (рис. 5) и разрабатываемое мобильное приложение (рис. 10) [7]). При создании ГИС закладываются пункты ведомственной опорной геодезической сети (ВОГС) (рис. 11), которые располагаются преимущественно на искусственных сооружениях (рис. 12) и также 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 — потребуется взаимодействие с постоянно установленными антеннами GPS в режиме дифференциальной коррекции DGPS (Differential GPS) (рис. 13). Местоположение пунктов ВОГС также занесено в ГИС в виде отдельного слоя [8].

Таким образом, мы видим, что ГИС автомобильных дорог не только является веб-ориентированной средой общих данных, реализующей третий уровень зрелости — iBIM, но и значительно расширяет круг традиционных задач, ставшихся перед геоинформационными системами всего несколько лет назад. **81**

#### Литература:

1. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД) / А.В. Скворцов [и др.]. Т. VI. М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. 372 с.
2. Баранник С.В. Обзор практических документов национального BIM-стандарта США NBIMS-US V3 // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 4–8.
3. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–20.
4. Баранник С.В. Обзор британских стандартов семейства PAS 1192 // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 24–27.
5. Бойков В.Н., Кузовлев Е.Г., Баранник С.В. ГИС автомобильных дорог в контексте парадигмы информационного моделирования (BIM) // Дорожники. 2017. №3 (11). С. 66–69.
6. PAS 1192-2:2013 (рус.) // BIM-стандарты Англии и США на русском языке. URL: <http://bimstandart.ru> (дата обращения: 31.10.2017).
7. Росавтодор использует технологии «ИндорСофт» для работы с данными диагностики // Официальный сайт компании «ИндорСофт». URL: <http://indorsoft.ru/about/news/53944> (дата обращения: 02.11.2017).
8. Гулин В.Н., Миронов С.А. Обеспечение единого координатного пространства: привязка к государственной системе высот // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 48–53.