

# Эволюция ГИС автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.7

Бойков В.Н., д.т.н., зав. кафедрой МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва),  
председатель совета директоров группы компаний «Индор» (г. Томск)

Скворцов А.В., д.т.н., профессор, профессор ТГУ (г. Томск),  
генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

*Рассматривается краткая история становления ГИС автомобильных дорог, их современное состояние в России, а также делается попытка заглянуть в будущее. Описывается опыт создания ГИС автомобильных дорог на федеральном уровне от отдельных управлений дорог до запуска новой модернизированной АБДД «Дорога».*

## Из истории ГИС

Радикальные изменения технологий принято называть промышленными революциями [1] (рис. 1). В отношении геоинформационных технологий (систем), которые, безусловно, относятся к классу прорывных технологий современности, можно сказать, что зародились они в начальный период третьей промышленной революции и получают своё полноценное развитие уже в рамках четвёртой промышленной революции, на пороге которой мы сегодня стоим.

В середине 50-х годов прошлого столетия в сфере информационных технологий выполнялось множество исследований по поиску новых возможностей картографии. В первую очередь исследовались пространственные взаимосвязи между геообъектами, и, как результат, были разработаны геоинформационные модели и методы пространственного анализа данных. Примером практической реализации этих исследований, понятным любому современному водителю, служит транспортная модель сети дорог и методы сетевого анализа, реализованные в автомобильных навигаторах. Благодаря им мы едем к пункту назначения оптимальным маршрутом движения в обход участков дорожных работ, пробок и мест ДТП.

Геоинформационные системы (ГИС) находят своё место практически во всех сферах человеческой деятельности, имеющих отношение к пространственным объектам, то есть к объектам,

местоположение которых на Земле может быть описано посредством какой-либо системы координат. Процессы глобализации, свойственные современному обществу, приводят к тому, что формирование единого социально-экономического пространства всё больше становится связанными с реальным пространством. И в этой ситуации возникает взаимная потребность в пространственных данных, получаемых в смежных сферах деятельности [2]. Так, например, при проектировании дорог для зоны возможных проектных решений требуются сведения о кадастре земель, подземных коммуникациях, застройке, геологии, гидрологии, рельефе местности. Если предположить, что эти данные уже хранятся в соответствующих ведомствах в цифровом виде, организованные по заранее определённым правилам, то вопрос передачи таких данных в единое геоинформационное пространство становится весьма простой процедурой. Примерно на основе подобной логики родилась идея инфраструктуры пространственных данных (ИПД).

Одно из первых упоминаний ИПД (англ. Spatial Data Infrastructure, SDI) в государственной политике возникло в исполнительном указе президента США Билла Клинтона №12906 от 13.04.94 г. о начале работ по созданию национальной ИПД в США. В указе ИПД определяется как «совокупность технологий, политики, стандартов и человеческих ресурсов, необходимых для сбора, обработки, накопления, хранения, распределения

## Четвёртая промышленная революция — «Индустрия 4.0»

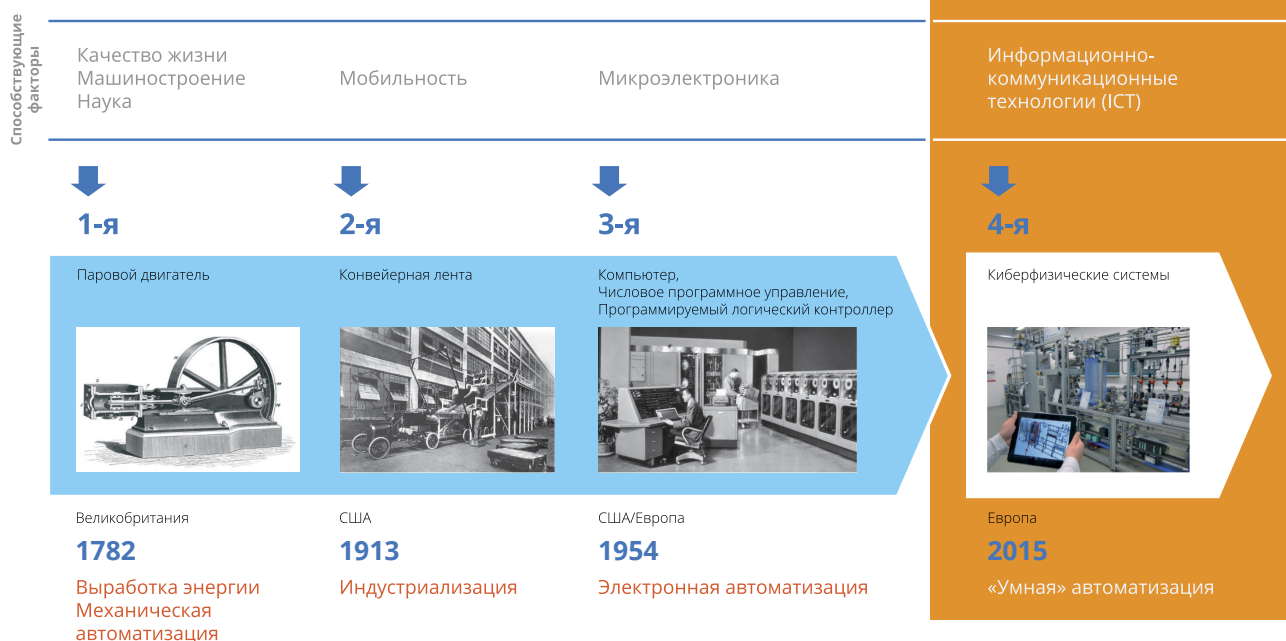


Рис. 1. Промышленные революции

и улучшенного использования пространственных данных».

В аналогичном российском документе «Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации» [3] даётся следующее определение понятия ИПД: «Инфраструктура пространственных данных Российской Федерации — территориально распределённая система сбора, обработки, хранения и предоставления потребителям пространственных данных». Следует отметить, что к моменту выхода Концепции создания ИПД в России (2006 г.) уже 124 страны мира реализовывали свои национальные ИПД. Однако и сегодня мы имеем российскую ИПД лишь на уровне Концепции более чем десятилетней давности.

Интерес к ГИС-технологиям для управления процессами эксплуатации автомобильных дорог возник в начале 90-х годов в связи с появлением на российском рынке ГИС от MapInfo, ESRI, Intergraph. Примечательно, что инициатива применения ГИС в дорожном хозяйстве первоначально исходила не от федеральных структур, а от дорожных территориальных органов управления. Так, в 1998 году под эгидой Ассоциации «РАДОР» силами специалистов Мосавтодора, Томскавтодора и Территориального

управления автомобильных дорог Новосибирской области (ТУАД НСО) была разработана «Концепция построения комплексной системы информационно-телекоммуникационного обеспечения дорожной отрасли», ядром которой была дорожная ГИС.

В 2004 году в ФДА (Росавтодор) был разработан Технический проект АСУ Росавтодор. АСУ должна была состоять из 33 подсистем, 3 из которых были определены как ядро АСУ: ГИС (геоинформационная система), ООБД (общедоступный банк данных) и НСИ (нормативно-справочная информация). Казалось бы, что разработка такой АСУ должна начинаться с формирования ядра, но до 2009 года исполнителями велась разработка лишь ряда автономных прикладных подсистем АСУ, никак ни связанных между собой.

Создание АСУ вернулось в конструктивное русло в 2009 г., когда на должность заместителя руководителя Росавтодора был назначен Быстров Николай Викторович. По его инициативе было решено вернуться к созданию базовых подсистем АСУ, в частности к ГИС, а только затем продолжить создавать прикладные.

В 2009 году был подготовлен Технический проект дорожной ГИС в составе АСУ Росавтодор, в котором были сформулированы основные принципы формирования инфра-

структуры пространственных данных для применения в дорожном хозяйстве. С целью гармонизации этих данных с международными стандартами в Техническом проекте были представлены спецификации на модели пространственных данных, совместимые с европейской Директивой по инфраструктуре пространственных данных INSPIRE [4] и более раннего стандарта по европейским дорогам EuroRoadS [5].

Федеральное дорожное агентство для апробации предложенных дорожных ГИС-моделей выделило несколько пилотных зон на автомобильных дорогах М-53, М-1, М-10, дорогах ФКУ «Центравтомагистраль».

В это же время государственная компания «Автодор», созданная на основании Федерального Закона №145-ФЗ от 17.07.2009, с первых дней своей деятельности обратилась к ГИС как информационной технологии, способной наиболее полно содержать все сведения об объектах управления — автомобильных дорогах и сооружениях на них. В качестве основы ГИС были приняты структуры данных и программно-технические средства, ранее уже обоснованные и разработанные в Техническом проекте на ГИС АСУ Росавтодора и апробированные на пилотных зонах федеральных автомобильных дорог.

С целью обмена опытом и координации работ Росавтодора и Госкомпании распоряжением руководителя ФДА Чабунина А.М. была создана совместная рабочая группа по развитию ГИС-технологий под председательством заместителя ФДА Быстрова Н.В. и первого заместителя Госкомпании Урманова И.А. Взаимные контакты способствовали результативной работе по совершенствованию геоинформационных технологий в дорожном хозяйстве. В этот период были широко апробированы технологии цифровой аэрофотосъёмки дорог, мобильного лазерного сканирования, а для планово-высотного обоснования ГИС-работ активно внедрялись технологии спутниковых измерений на основе ГЛОНАСС.

Одной из главных проблем внедрения ГИС в практическую дорожную деятельность явилось полное отсутствие нормативно-технического регулирования работ по созданию ГИС и поддержанию их в актуальном состоянии. В связи с этим в 2012 г. были инициированы соответствующие темы НИОКР. К 2013 г. были разработаны два ГОСТа по применению ГИС в дорожном хозяйстве [6, 7] и ОДМ «Географические информационные системы автомобильных дорог. Порядок сбора, хранения и обновления данных» [8]. К сожалению, они не были введены в действие, а дальнейшее развёртывание ГИС на сети феде-

ральных автомобильных дорог было приостановлено.

### Настоящее ГИС

Точкой отсчёта «настоящего» в развитии ГИС можно считать Распоряжение Президента РФ №163-рп от 18.05.2017 «Об утверждении плана перехода на использование отечественных геоинформационных технологий». План предусматривает ряд мероприятий на 2017–2018 гг.:

- изменения в законодательстве, устанавливающие требования к программным средствам геоинформационных систем;
- разработка методики оценки функциональных и технологических возможностей программных средств ГИС;
- формирование единого реестра отечественных ГИС;
- разработка методических рекомендаций по переходу на отечественные ГИС;
- проведение мониторинга и анализа использования отечественных ГИС в органах государственной власти РФ и органах местного самоуправления;
- разработка и утверждение планов мероприятий, направленных на обеспечение использования отечественных ГИС;
- определение основных показателей деятельности органов государственной власти субъектов

РФ в сфере использования отечественных ГИС.

Что касается дорожной отрасли, то, начиная с проекта АСУ Росавтодор, развёртывание ГИС на федеральном уровне осуществлялось исключительно на программном обеспечении отечественного производства. Это является существенным отличием от практически любого дорожного программного обеспечения на зарубежном рынке, где наблюдается тотальное засилье американского софта. Но что ещё более примечательно, массовое внедрение инновационных технологий сбора данных о дорогах и сооружениях привело к появлению большого количества отечественных аналогов этих технологий и снижению стоимости соответствующих работ. Среди них лазерное сканирование (мобильное, воздушное и наземное), глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), аэрофотосъёмка с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и др.

О текущей ситуации. Исторически, в дорожной отрасли возникло несколько видов регламентных инженерных работ, имеющих признаки дублирования. Например, при инвентаризации (паспортизации), диагностике, проектировании организации дорожного движения, наблюдается большое пересечение по собираемым данным. С общепромышленной точки зрения возникает очевидное желание минимизировать дублирование и, например, исключить сбор постоянных параметров дороги из диагностики. Именно исключение дублирования является одним из главных принципов построения инфраструктуры пространственных данных, о котором мы говорили выше [3].

Это обстоятельство учтено в завершающейся сейчас модернизации основного информационного ресурса ФДА Росавтодор для хранения данных по сети федеральных автомобильных дорог — Автоматизированном банке дорожных данных (АБДД-М «Дорога»). По сути, новая АБДД-М «Дорога» сохранила все свои функциональные возможности, но принципиально усовершенствовала хранилище данных и приобрела современный интерфейс.

В техническом задании на модернизацию АБДД-М «Дорога» была также поставлена задача упрощения доступа к системе широкого круга поль-

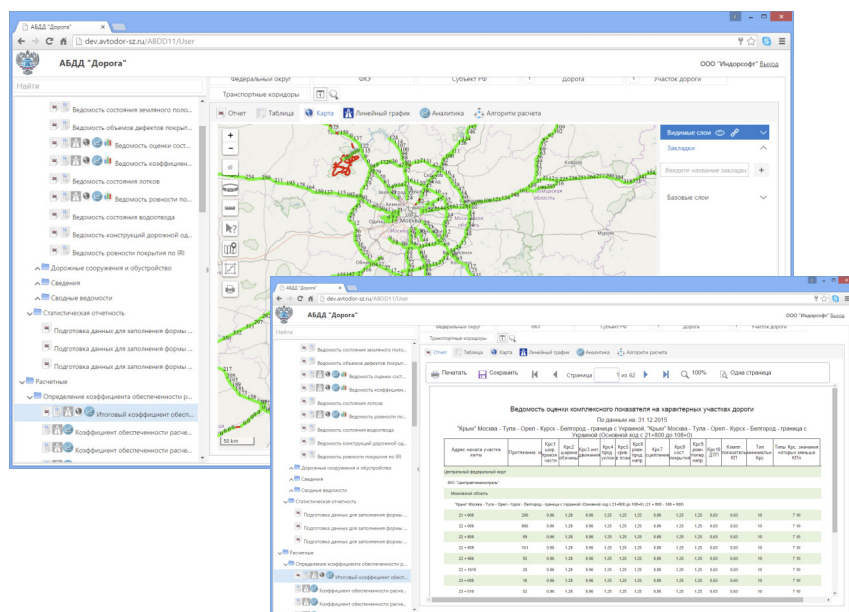


Рис. 2. Модернизированная АБДД «Дорога»: табличное и ГИС-отображение данных



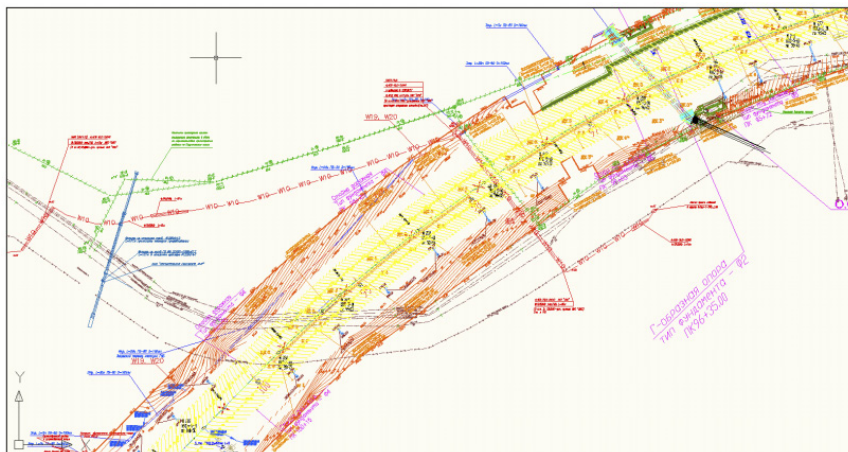


Рис. 3. Фрагмент чертежа проекта автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» (км 9+600)

зователей. Для этого был разработан специальный веб-портал (геопортал), с помощью которого можно получать справочную информацию об объектах на дороге в табличном виде, на графиках или на цифровой карте (рис. 2).

Также в АБДД-М «Дорога» полностью изменены подсистемы для сбора, хранения и обработки данных. В качестве одной из базовых подсистем в АБДД внедрена геоинформационная система автомобильных дорог IndorRoad, являвшаяся ранее основой подсистемы ГИС АСУ Росавтодора, апробированная на пилотных зонах. Применение отечественной ГИС автомобильных дорог IndorRoad в основе

АБДД-М «Дорога» позволяет с уверенностью смотреть в будущее и строить новые прикладные системы на инфраструктурных принципах.

Госкомпания также продолжает эволюционно развивать ГИС, постепенно переводя её функционал от задач эксплуатации к общей поддержке методологии информационного моделирования и интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

В 2013 году в государственной компании «Автодор» на объекте «Обход г. Одинцово» было апробировано развёртывание ГИС не на этапе эксплуатации, а начиная с этапа строительства. В качестве исходных данных

использовались чертежи в формате DWG, созданные в системе координат МПГТ (московская городская система координат, разработанная ГУП «Мосгоргеотрест»), которая используется на территории Москвы и некоторых участках Московской области. Для создания моделей дорожных объектов координаты проекта были пересчитаны в систему координат ITRF-2008, которая является открытой и широко используется в GPS и ГЛОНАСС-навигации на всей территории Земли.

Проектная документация на автомобильную дорогу «Обход г. Одинцово» выполнялась различными проектно-изыскательскими организациями, вследствие чего исходные файлы чертежей в формате DWG имели различную структуру и полноту наполнения [9]. В процессе работы было выполнено единое структурирование файлов чертежей, слои, не соответствовавшие дорожным объектам (различные рамки, выноски, подписи и т.п.), были отключены, чтобы разгрузить чертёж и упростить процесс дальнейшей оцифровки модели (рис. 3). Все элементы и объекты дорожной инфраструктуры, представленные на чертежах проекта, а также полученные из других документов (различных ведомостей, линейных графиков, планов), были перенесены в ГИС IndorRoad и составили основу ГИС-модели автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» (рис. 4).

В последующие годы государственная компания «Автодор» продолжила развитие ГИС автомобильных дорог:

- ГИС интегрирована с подсистемой «АИС — ИССО» (аналог прикладной системы АБДМ АСУ Росавтодора), содержащей сведения об искусственных сооружениях на дорогах;
- действующая клиент-серверная архитектура ГИС дополнена веб-поддержкой;
- осуществляется интеграция элементов ИТС в ГИС с отображением информации в режиме реального времени;
- апробировано применение ГИС для архивного хранения информационных моделей проектируемых участков автомобильных дорог с последующим развёртыванием этих моделей на этапе эксплуатации [10].

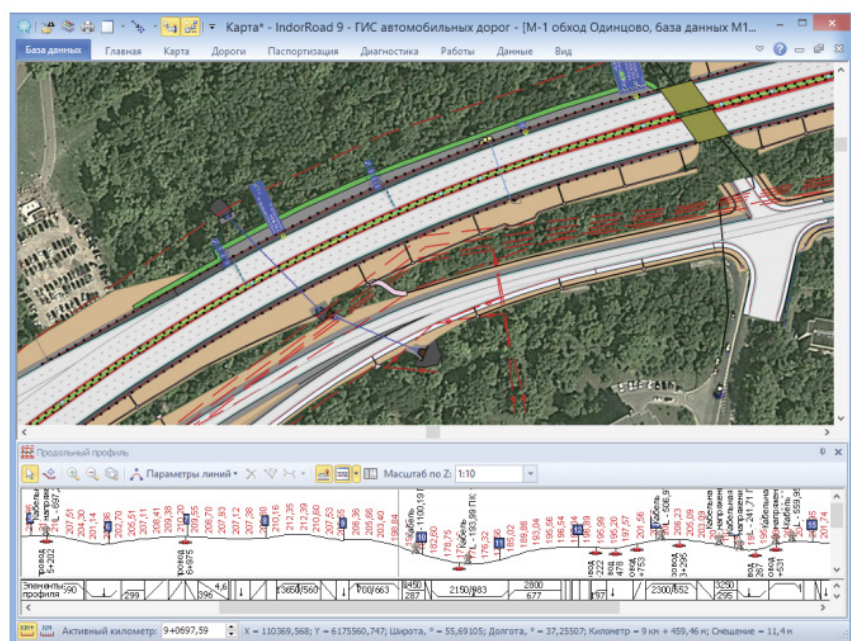


Рис. 4. Фрагмент модели автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» в ГИС IndorRoad



Рис. 5. Ключевые информационные технологии четвертой промышленной революции

## Будущее ГИС

Возвращаясь к рассуждениям о промышленных революциях и заглядывая в будущее, заметим, что четвертая промышленная революция характеризуется высокой взаимной интеграцией информационных технологий (рис. 5), затрагивающих не в последнюю очередь дорожную отрасль.

Рассмотрим лишь некоторые из них:

- Интернет вещей (IoT). Примером интернета вещей на дорогах могут служить обычные смартфоны с навигационными приложениями (например, «Яндекс-Пробки»), которые массово передают в ЦУП сведения о передвижении автомобиля, где определяется загруженность дорог, а АСУДД принимает решения об управлении светофорами. Другим примером интернета вещей могут служить авто-

матические противогололёдные системы, которые по сигналам датчиков в покрытии осуществляют разбрызгивание противогололёдных реагентов без вмешательства человека. Такие системы установлены на некоторых участках МКАД и на автомагистрали М-4 «Дон».

- Облачные вычисления. Применяются как на бытовом уровне (хранение фото в смартфонах), так и в инженерной деятельности.
- Дополненная или виртуальная реальность. Применение специальных шлемов для анализа проектных решений в 3D-пространстве.
- Большие данные (Big Data). Примером больших данных является работа автомобильных навигаторов по данным с наших

сотовых телефонов, рассмотренная выше.

- Автономные роботы. Беспилотные автомобили, которые проходят апробацию на наших дорогах, и есть пример таких специализированных автономных роботов.
- Моделирование. Это именно то, что мы намерены обсудить ниже.

Говоря о будущем ГИС, заметим, что в последние годы в нашей стране начала активно внедряться технология информационного моделирования (BIM – Building Information Modeling) для проектирования и строительства зданий. Всплеск интереса к данной технологии во многом связан с активной политикой компании Autodesk в России. Более того, общее описание роли и места технологии BIM для проектирования и строительства зданий выглядит очень привлекательным с точки зрения возможности применения её и в других отраслях, кроме проектирования зданий, например, при проектировании, строительстве и эксплуатации дорог.

Однако жизненный цикл автомобильных дорог является более сложным и специфичным, нежели в архитектуре, а разнородность возникающих моделей (САПР- и ГИС-моделей) всей дороги и её элементов позволяет говорить о более сложных концепциях управления дорогами [11]. И тем не менее, процесс BIM реализуется и на объектах транспортной инфраструктуры, при этом обычно его называют BIM for infrastructure или InfraBIM (рис. 6).

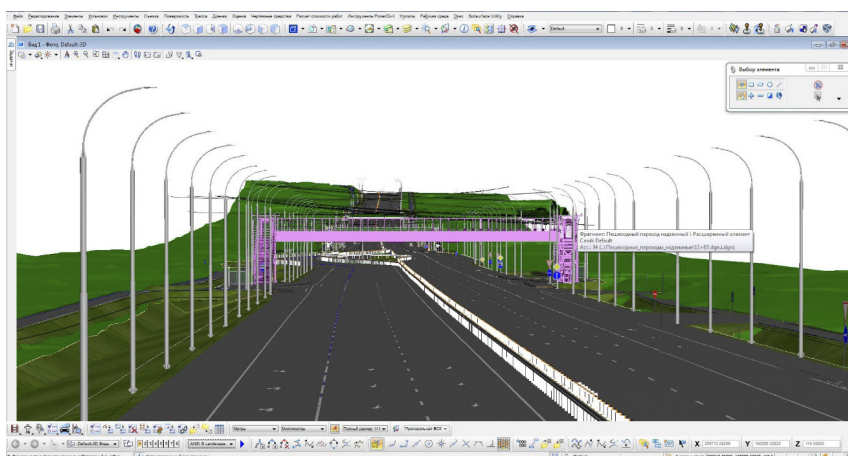


Рис. 6. Комплексная BIM-модель дороги. ООО «Автодор-Инжиниринг»



Процесс InfraBIM требует ещё более тесной интеграции информационных технологий, чем это необходимо для ГИС. Но ГИС остаётся неотъемлемой составляющей этого общего процесса, играя доминирующую роль на этапе эксплуатации автомобильных дорог. Что делать, чтобы этот сложный процесс не распадался на части? Необходимо документировать все инженеринговые процедуры и создавать стандарты (ГОСТ, ОДМ, СТО) взаимодействия всех и вся в этом процессе [12–14]. Другого пути не существует.

С целью системного внедрения процессов информационного моделирования дорог на всех стадиях их жизненного цикла Федеральное дорожное агентство (Росавтодор) и государственная компания «Автодор» разработали соответствующие «Планы поэтапного внедрения...». В свою очередь, для реализации данного плана в 2017 г. Росавтодор в рамках НИОКР разработал «Временные регламенты взаимодействия участников и дополнительные разделы технического задания на выполнение работ по разработке проектной и рабочей документации на «пилотных» проектах применительно к строительству, капитальному ремонту и реконструкции объектов транспортной инфраструктуры с применением BIM-технологии с учётом положений стандартов европейских стран», а также ПНСТ «Применение BIM-технологий при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Общие требования». Возможно, было бы целесообразным объединить усилия в этом вопросе агентства и госкомпании,

поскольку речь идёт о ключевом процессе перехода отрасли к основам «цифровой экономики».

Ещё одним знаковым событием 2017 года является завершение разработки и ввод в эксплуатацию новой версии отраслевой системы диагностики автомобильных дорог АБДД «Дорога» (Автоматизированный банк дорожных данных). Данной работой занимались совместно АО «Институт «Стройпроект» (г. Санкт-Петербург), ООО «НИПИ ТИ» (г. Санкт-Петербург), ООО «ИндорСофт» (г. Томск) и ООО «Автодор» (г. Санкт-Петербург) [15].

Необходимость в модернизации АБДД «Дорога» назрела достаточно давно и обсуждалась в профессиональных кругах уже около 10 лет. В контексте данной статьи отметим, что в предыдущей версии АБДД «Дорога» сведения о положении дорожных объектов присутствовали только в виде километража. Реальной пространственной (географической) информации в системе не было. Модернизированная АБДД «Дорога» теперь построена на полноценной геоинформационной платформе: модуль хранения и верификации данных (настольный клиент, рис. 7, 8) построен на ГИС IndorRoad разработки ООО «ИндорСофт», а модуль просмотра, визуализации и анализа (веб-клиент, рис. 9) разработан ООО «Автодор». Новые данные можно помещать, как и ранее, в табличном виде по километражу, либо с полноценной геоинформационной привязкой. Тем самым обеспечивается преемственность данных, накопленных за предыдущие годы

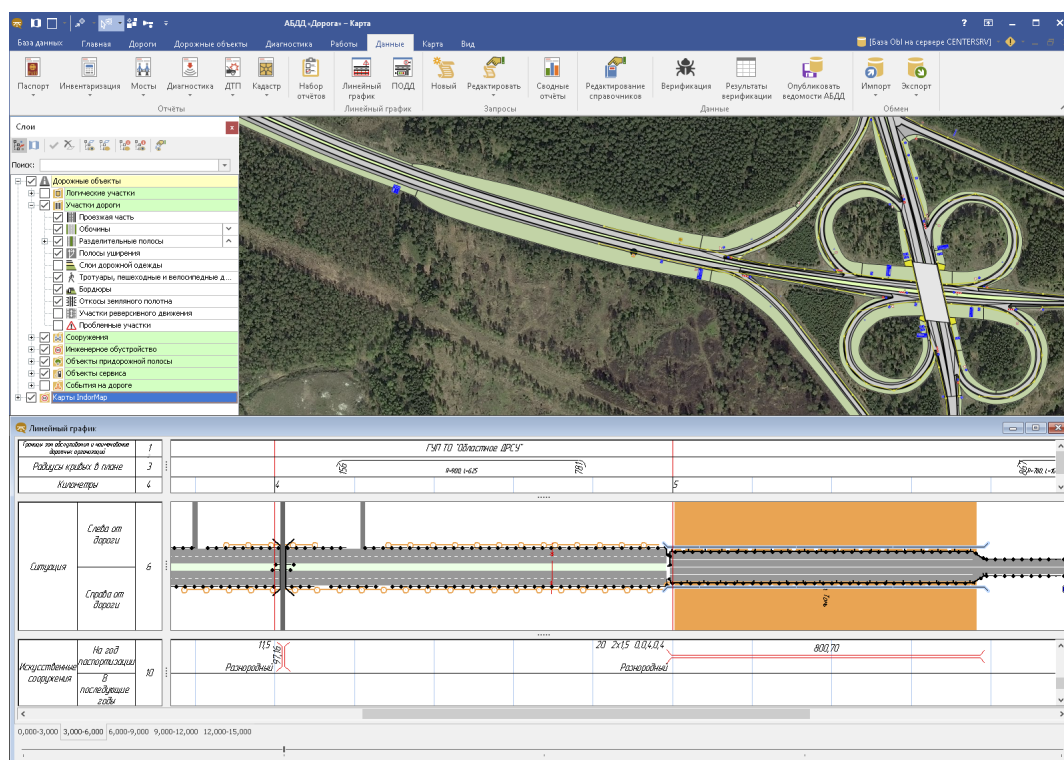


Рис. 7. Модуль ввода и верификации данных модернизированной АБДД «Дорога»: карта с изображением дорожных объектов и линейный график дороги

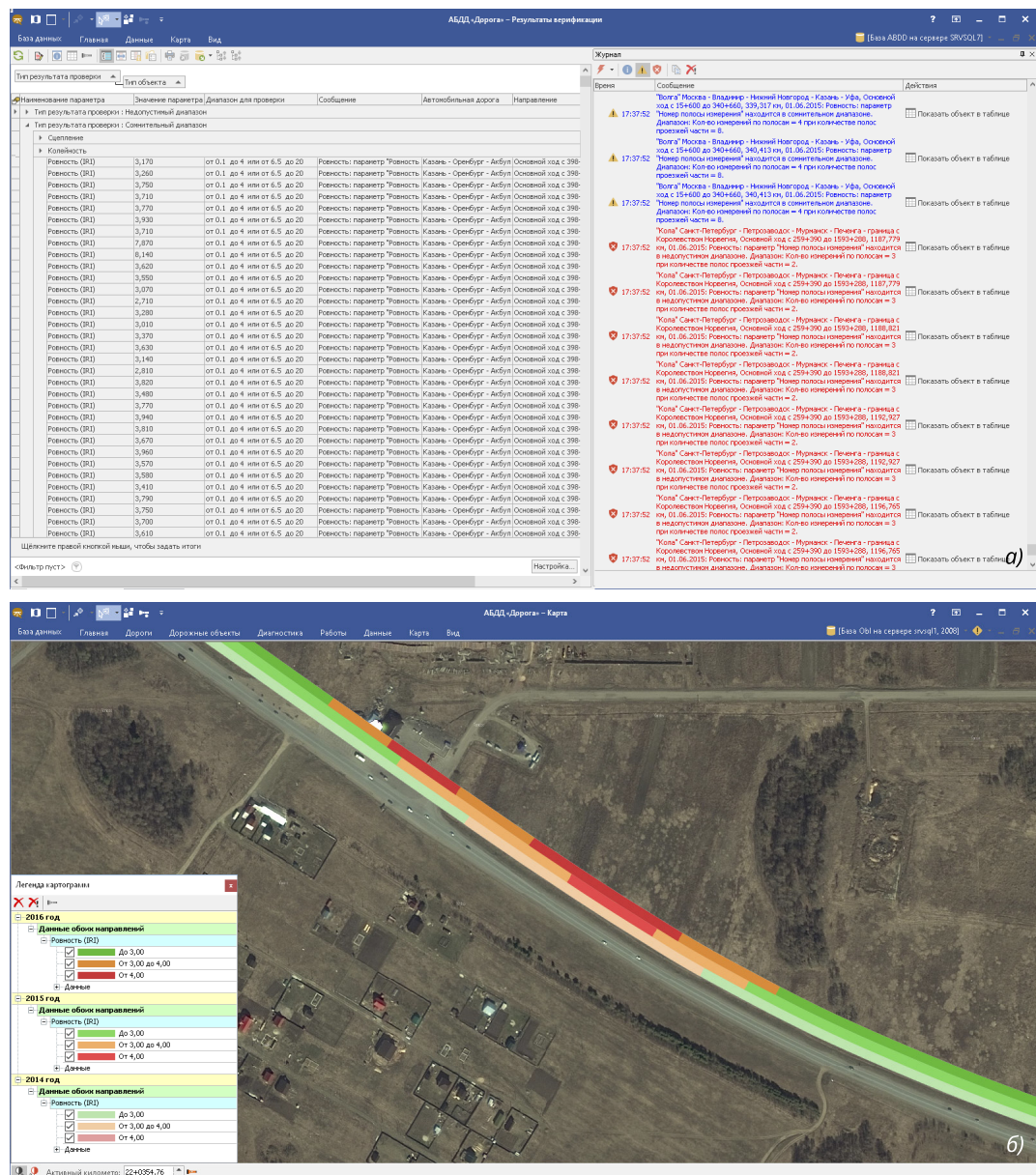


Рис. 8. Модуль ввода и верификации данных модернизированной АБДД «Дорога»: отображение участков с недостаточной ровностью в табличном виде (а) и на карте (б)

(данные за 2011–2016 гг. уже перенесены в новую систему), а также открывается перспектива разворачивания в Росавтодоре единой геоинформационной системы автомобильных дорог, включающей сведения по диагностике, паспортизации, ПОДД, ДТП, ИТС, проектам строительства, реконструкции, ремонтам и пр.

## Заключение

Почти десятилетняя история внедрения ГИС в дорожное хозяйство методом проб и ошибок привела как к накоплению ошибок, так и к обогащению опытом. Становится понятным, что необходимы отраслевые стандарты на сбор, хранение, анализ, преобразование пространственных дорожных данных. Необходимы новые методики (алгоритмы) решения прикладных

дорожных задач, опирающихся на эти данные. Но ещё более необходимы специалисты, владеющие всеми этими знаниями. Высшая школа в лице МАДИ готова к этому процессу, подтверждая это как соответствующей учебно-методической литературой [16–18], так и опытом преподавания соответствующих учебных дисциплин: «Автоматизированное проектирование автомобильных дорог», «ГИС в строительстве», «Информационные технологии в строительстве».



## Литература

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. М.: Эксмо, 2017. 208 с.
2. Цветков В.Я. Инфраструктура пространственных данных как инструмент поддержки управления // Общество: политика, экономика, право. 2013. № 2. С. 36–41.

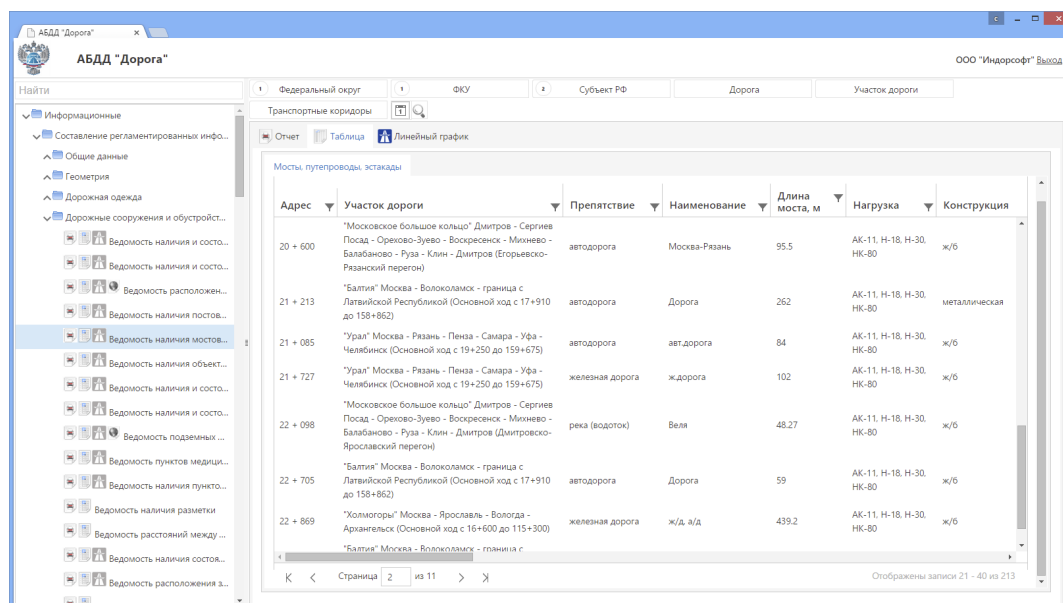


Рис. 9. Web-клиент модернизированной АБДД «Дорога»: просмотр регламентного отчёта по мостовым сооружениям

- Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных РФ: Распоряжение Правительства РФ от 21.08.2006 г. № 1157-р.
- Директива 2007/2/ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 14 марта 2007 г. по созданию инфраструктуры пространственной информации ЕС (INSPIRE).
- Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Пилотный проект создания ГИС федеральных автомобильных дорог // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. 2009. № 4 (71). С. 10–14.
- Проект ГОСТ Р. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Общие технические требования. 2013. 25 с.
- Проект ГОСТ Р. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных. 2013. 70 с.
- Проект ОДМ. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Порядок сбора, хранения и обновления данных. 2013. 61 с.
- Баранник С.В., Блинов Д.С. Создание ГИС автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 70–73. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.15
- Попов В.А., Бойков В.Н. Об информационных моделях дорог в технической политике Госкомпании «Автодор» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.2
- Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 4–14. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1
- Скворцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 47–54. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.10
- Скворцов А.В. Нормативно-техническое обеспечение BIM автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 22–32. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.4
- Скворцов А.В. Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 37–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6
- Сарычев Д.С., Субботин С.А., Скворцов А.В. Модернизация отраслевого банка дорожных данных АБДД «Дорога» // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 54–65. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.8
- Бойков В.Н., Поспелов П.И., Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. М.: Академия, 2015. 256 с.
- Скворцов А.В., Поспелов П.И., Котов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли. М.: МАДИ (ГТУ), 2005. 250 с.
- Скворцов А.В., Поспелов П.И., Бойков В.Н., Крысин С.П. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI. М.: ФГУП «Информавтодор», 2006. 372 с.