

# Геоинформационные системы автомобильных дорог

Заведующий кафедрой «Геодезия и геоинформатика» МАДИ д-р техн. наук **В.Н. Бойков**, генеральный директор ООО «ИндорСофт» д-р техн. наук, проф. **А.В. Скворцов**

## Из истории геоинформационных систем

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 свое полноценное развитие уже в рамках четвертой промышленной революции, на пороге которой мы сегодня стоим.

В середине 50-х гг. 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

Рис. 1. Промышленные революции



им мы едем к пункту назначения оптимальным маршрутом движения в обход участков дорожных работ, пробок и мест ДТП.

Геоинформационные системы (ГИС) находят свое 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



**Примером практической реализации исследований по поиску новых возможностей картографии, понятным любому современному водителю, служит транспортная модель сети дорог и методы сетевого анализа, реализованные в автомобильных навигаторах**

социально-экономического пространства всё больше становится связанным 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 определенным правилам, то вопрос передачи таких данных в единое геоинформационное пространство становится весьма простой процедурой. На основе подобной логики родилась идея инфраструктуры пространственных данных (ИПД).

Одно из первых упоминаний ИПД (англ. Spatial Data Infrastructure — SDI) в государственной политике

встречается в исполнительном указе президента США Б. Клинтона от 13.04.94 № 12906 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 и улучшенного использования пространственных данных».

В аналогичном российском документе, Концепции создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации [3], дается следующее определение понятия ИПД: «Инфраструктура пространственных данных Российской Федерации — территориально распределенная 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 наша российская ИПД находится лишь на уровне концепции более чем 10-летней давности.

Интерес к ГИС-технологиям для управления процессами эксплуатации автомобильных дорог возник в начале 90-х гг. прошлого века 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 г. 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 стала дорожная ГИС.

В 2004 г. в ФДА был разработан технический проект АСУ Росавтодора. АСУ должна была состоять из 33 подсистем, три из которых определены как ее ядро: ГИС, ООБД (общеотраслевой банк данных) и НСИ (нормативно-справочная информация). Казалось бы, разработка такой АСУ должна начинаться с формирования ядра, но до 2009 г. исполнителями велась разработка лишь ряда ее автономных прикладных подсистем. Создание АСУ вернулось в конструктивное русло в 2009 г.

В этом же году был подготовлен технический проект дорожной ГИС в составе АСУ Росавтодора, в котором сформулированы основные принципы

формирования инфраструктуры 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].

ФДА для апробации предложенных дорожных ГИС-моделей выделило несколько пилотных зон на автомобильных трассах М-53, М-1, М-10, дороге ФКУ «Центравтомагистраль».

По пути развития ГИС пошла и Государственная компания «Автодор». В качестве ее основы при этом 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 А.М. Чабунина была создана совместная рабочая группа по развитию ГИС-технологий под сопредседательством заместителя ФДА Н.В. Быстрова и первого заместителя Госкомпании И.А. Урманова. Взаимные контакты способствовали результативной работе по совершенствованию геоинформационных технологий в дорожном хозяйстве. В этот период были широко апробированы технологии цифровой аэрофотосъемки 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 «Геоинформационные системы

**В 2009 г. был подготовлен технический проект дорожной ГИС в составе АСУ Росавтодора, в котором сформулированы основные принципы формирования инфраструктуры пространственных данных для применения в дорожном хозяйстве**



автомобильных дорог. Порядок сбора, хранения и обновления данных» [8]. К сожалению, пока они не введены в действие.

### **Настоящее геоинформационных систем**

Точкой отсчета настоящего в развитии ГИС можно считать распоряжение Президента Российской Федерации от 18.05.2017 № 163-рп «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;
- разработку методики оценки функциональных и технологических возможностей программных средств ГИС;
- формирование единого реестра отечественных ГИС;
- разработку методических рекомендаций по переходу на отечественные ГИС;
- проведение мониторинга и анализа использования отечественных ГИС в органах государственной власти Российской Федерации и местного самоуправления;
- разработку и утверждение планов мероприятий, направленных на обеспечение использования отечественных ГИС;
- определение основных показателей деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации в сфере использования отечественных ГИС.

Что касается дорожной отрасли, то, начиная с проекта АСУ Росавтодора, развертывание ГИС на федеральном уровне осуществлялось исключительно на программном обеспечении отечественного производства. Это является существенным отличием от практически любого зарубежного рынка дорожного программного обеспечения, где наблюдается тотальное засилье американского софта. Но еще более примечательно то, что 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); аэрофотосъемка 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 собираемых данных. С общеотраслевой системной 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 для хранения данных о сети федеральных автомобиль-

ных дорог — Автоматизированном банке дорожных данных (АБДД-М «Дорога»). По сути, новый АБДД-М «Дорога» сохранил все свои функциональные возможности, но принципиально усовершенствовал хранилище данных и приобрел современный диалоговый интерфейс.

В техническом задании на его модернизацию была также поставлена задача упрощения доступа к системе широкого круга пользователей. 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. Одной из базовых подсистем, внедренных в АБДД, стала геоинформационная система дорог IndorRoad, являвшаяся ранее основой подсистемы ГИС АСУ Росавтодора, апробированная на пилотных зонах. Применение отечественной ГИС дорог IndorRoad в основе АБДД-М «Дорога» позволяет с уверенностью смотреть в будущее и строить новые прикладные системы на инфраструктурных принципах. Госкомпания также продолжает развивать ГИС, постепенно переходя от задач эксплуатации к общей поддержке методологии информационного моделирования и интеллектуальных транспортных систем (ИТС).

В 2013 г. в Госкомпании «Автодор» было апробировано развертывание ГИС не на этапе эксплуатации, а начиная с этапа строительства, на обходе г. Одинцово [9, 10]. В качестве исходных данных использовались чертежи в формате DWG, созданные в системе

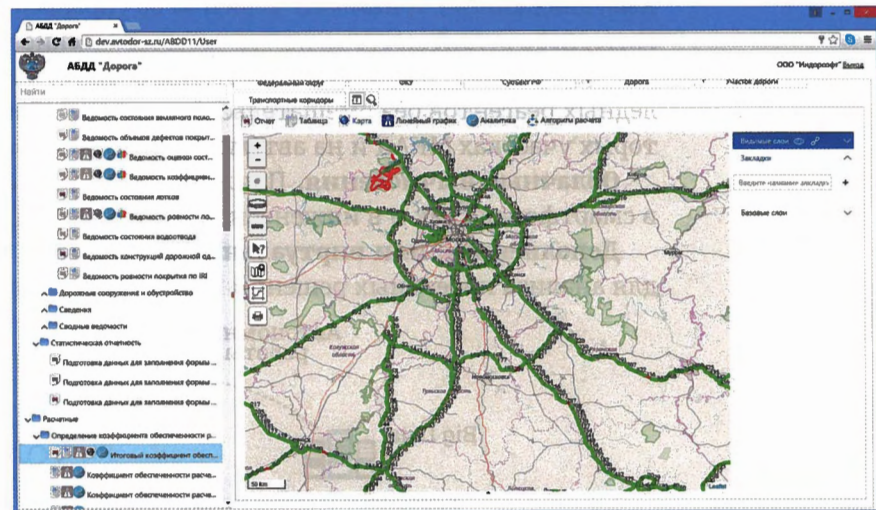
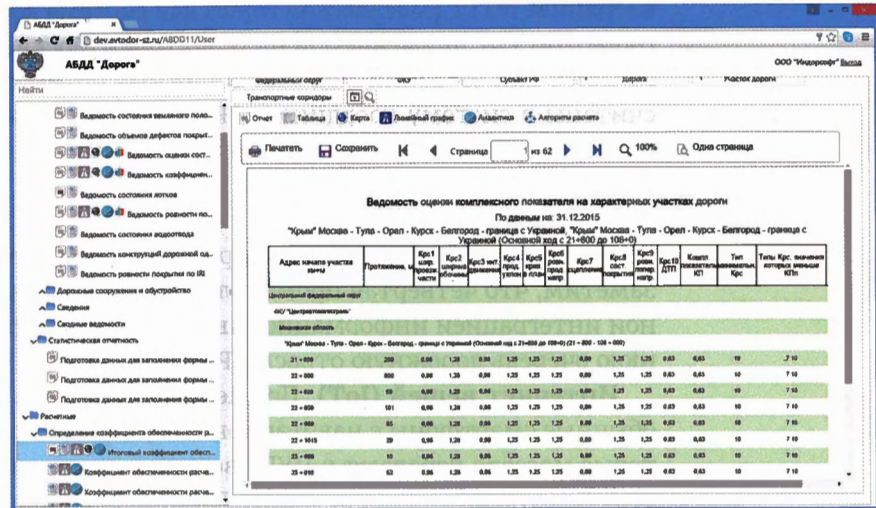


Рис. 2. АБДД «Дорога»: табличное и ГИС-отображение данных

координат МГГТ (Московская городская система координат, разработанная ГУП «Мосгоргеотрест»), применяемой 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.

## Будущее

Возвращаясь к рассуждениям о промышленных революциях и заглядывая в будущее, заметим, что четвертая промышленная революция характеризуется высокой взаимной интеграцией информационных технологий (рис. 3), 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 типа «Яндекс. Пробки», которые массово передают в ЦУП сведения о передвижении автомобиля, где определяется загруженность дорог, а АСУДД (автоматизированная система управления дорожным движением) принимает решения об управлении светофорами. Другим примером Интернета вещей могут служить автоматические противогололедные системы, которые по сигналам датчиков в покрытии осуществляют разбрызгивание противогололедных 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.



Рис. 3. Ключевые информационные технологии четвертой промышленной революции



**Большие данные (Big Data).** Примером этого является работа автомобильных навигаторов по данным с наших сотовых телефонов, рассмотренная нами выше.

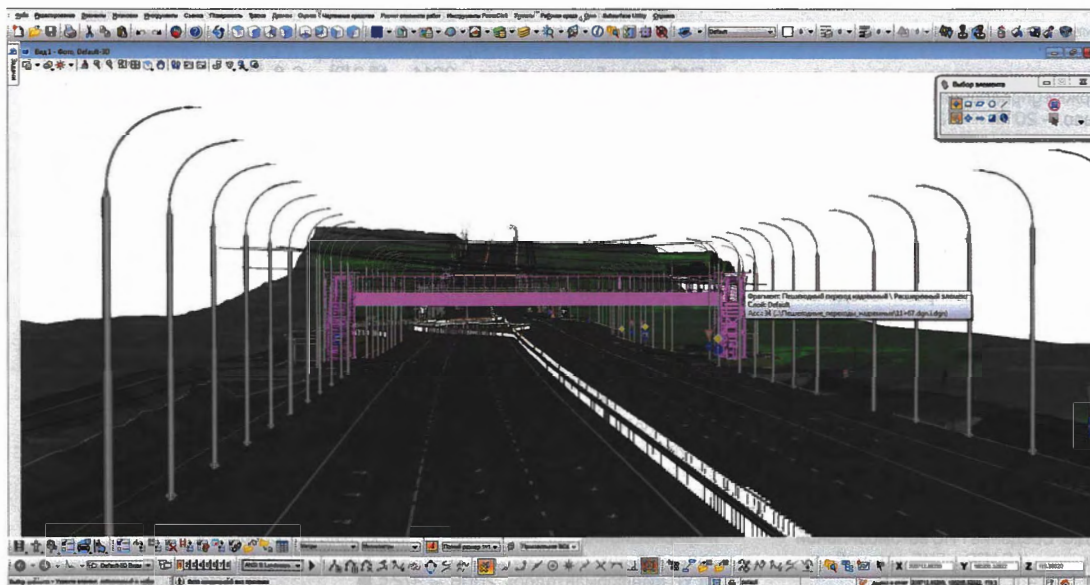
**Автономные роботы.** Беспилотные автомобили, которые проходят апробацию на наших дорогах, и есть пример таких специализированных автономных роботов.

**Моделирование.** Информация об этом представлена 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 ее и в других отраслях, кроме проектирования зданий, например при проектировании, строительстве и эксплуатации трасс.

Однако жизненный цикл автомобильных дорог является более сложным и специфичным, нежели в архитектуре, а разнородность возникающих моделей (САПР- и ГИС-моделей) всей дороги и ее 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. 4).

Процесс InfraBIM требует еще более тесной интеграции информационных технологий, чем это необходимо для ГИС. Но ГИС остается неотъемлемой частью общего процесса, играя доминирующую роль на этапе эксплуатации автомобильных дорог.



**Рис. 4.**  
Комплексная  
BIM-модель  
дороги,  
ООО «Автодор-  
Инжиниринг»

Что предпринять, чтобы этот сложный процесс не распался 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 Росавтодор и Госкомпания «Автодор» разработали соответствующие планы поэтапного внедрения. Возможно, было бы целесообразно объединить их усилия в этом вопросе, поскольку речь идет о ключевом процессе перехода отрасли к основам цифровой экономики.

## Заключение

Почти десятилетний опыт внедрения ГИС в дорожном хозяйстве методом проб и ошибок привел как к накоплению отрицательного опыта, так и к обогащению положительным. Становится понятным, что нужны отраслевые стандарты сбора, хранения, анализа, преобразования пространственных дорожных данных. Необходимы новые методики (алгоритмы) решения прикладных дорожных задач, опирающиеся на эти данные. Но еще больше нужны специалисты, владеющие всеми этими знаниями. Высшая школа в лице МАДИ готова к такой работе, подтверждая это как соответствующей учебно-методической литературой [15–17], так и опытом преподавания учебных дисциплин «Автоматизированное проектирование автомобильных дорог», «ГИС в строительстве» и «Информационные технологии в строительстве».

## Список литературы

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция. — М.: Эксмо, 2016. — 208 с.
2. Цветков В.Я. Инфраструктура пространственных данных как инструмент поддержки управления // Общество: политика, экономика, право. — 2013. — № 2. — С. 36–41.
3. Концепция создания и развития инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 21.08.2006 № 1157-р.
4. Директива 2007/2/ЕС Европейского парламента и Совета Европы от 14.03.2007 по созданию инфраструктуры пространственной информации ЕС (INSPIRE).
5. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Пилотный проект создания ГИС федеральных автомобильных дорог // Информационный бюллетень ГИС-ассоциации. — 2009. — № 4 (71). — С. 10–14.
6. Проект ГОСТ Р. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Общие технические требования. — 2013. — 25 с.
7. Проект ГОСТ Р. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Базовая модель данных. — 2013. — 70 с.
8. Проект ОДМ. Геоинформационные системы автомобильных дорог. Порядок сбора, хранения и обновления данных. — 2013. — 61 с.
9. Баранник С.В., Блинов Д.С. Создание ГИС автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 1 (2). — С. 70–73.
10. 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.
11. 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.
12. Скворцов А.В. Адресный план автомобильной дороги // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2013. — № 1 (1). — С. 47–54.
13. Скворцов А.В. Нормативно-техническое обеспечение ВМ автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. — 2014. — № 2 (3). — С. 22–32.
14. 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.
15. Бойков В.Н., Поспелов П.И., Федотов Г.А. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог. — М.: Академия, 2015. — 256 с.
16. Скворцов А.В., Поспелов П.И., Котов А.А. Геоинформатика в дорожной отрасли. — М.: МАДИ (ГТУ), 2005. — 250 с.
17. 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. ■