

САПР и ГИС

автомобильных дорог

№ 1(8), 2017



Тема номера: **BIM**
Есть вопросы!

ISSN / Код H95 2310-4376



91772310143700511



IndorCAD/Road Maximal

Система автоматизированного проектирования
автомобильных дорог

- обработка изысканий
- построение цифровой модели местности
- подготовка топопланов
- проектирование строительства, реконструкций, ремонтов
- проектирование загородных дорог и городских улиц
- расчёт дорожных одежд
- автоматизированное проектирование виражей, примыканий, профилей, инженерного обустройства
- построение картограмм фрезерования и выравнивания
- вычисление объёмов
- объёмная визуализация
- подготовка чертежей и ведомостей



От главного редактора



Выходу этого номера предшествовал ряд заметных событий в законодательстве в сфере строительства — утверждена дорожная карта по внедрению BIM в строительстве, представлены первые разработки сводов правил по BIM, утверждены новые правила представления пространственных данных. Появление новых документов вызвало очередной всплеск активности в работе по внедрению информационного моделирования в нашей стране, что не могло не найти отражения на страницах нового выпуска.

Секция BIM представлена двумя статьями с обзором нормативных документов, посвящённых практике информационного моделирования, — одна из них описывает разрабатываемые нормативные документы Российской Федерации, другая — США. Ещё одна статья секции анализирует вопрос применимости существующих строительных классификаторов при информационном моделировании дорог. Другая статья рассматривает опыт зарубежных коллег и освещает вопрос применения BIM в транспортном строительстве Республики Казахстан.

Статьи секции САПР также выдержаны в общем векторе: одна из статей раскрывает особенности реализации важной в контексте информационного моделирования возможности — коллективной работы над проектом. Ещё одна статья секции приводит обзор популярных в России САПР для расчёта освещения автомобильных дорог.

В секции ГИС приводится краткая история становления ГИС автомобильных дорог, рассматривается вопрос модернизации автоматизированного банка дорожных данных АБДД «Дорога», а также описывается опыт создания корпоративной геоинформационной системы на базе веб-ГИС-технологии и использовании её как элемента корпоративной системы управления проектами. В отдельной статье рассматривается проблема формирования технического задания на создание базы данных автомобильных дорог в концепции Комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД).

Секция Общество в этом номере познакомит вас с увлекательной историей появления и развития транспортных развязок.

Персона номера — Акулов Анатолий Петрович — главный инженер Областного государственного казённого учреждения «Томскавтодор». На сегодняшний день Анатолий Петрович является одним из самых опытных представителей дорожно-строительной сферы в Томской области.

Наша редакция желает вам полезного и интересного чтения!

АДРЕС РЕДАКЦИИ

634003, г. Томск, пер. Школьный, д. 6, стр. 3
Телефон/факс: **8 800 333-0805**, +7 (3822) 650-450
Электронная почта: **red@indorsoft.ru**



Версия журнала в интернете:

cadgis.ru

Журнал зарегистрирован
в системе РИНЦ: **eLIBRARY.ru**

Подписной индекс по «Каталогу российской прессы
«Почта России»: **54237**

Тираж — 1 000 экз. Формат 210×297

РЕГИСТРАЦИЯ ЖУРНАЛА

ISSN 2310-4376

Версия: **для печати**

Номер свидетельства:

ПИ № ФС 77-53497

Наименование СМИ:

САПР и ГИС автомобильных дорог

Дата регистрации: **04.04.2013**

Форма распространения:

печатное СМИ: журнал

Территория распространения:

Российская Федерация,

зарубежные страны

Издатель: **ООО «ИндорСофт»**

Учредитель: **ООО «ИндорСофт»**

КООРДИНАТОР ПРОЕКТА

Бойков Владимир Николаевич, д.т.н.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Скворцов Алексей Владимирович, д.т.н., проф.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Алексиков Сергей Васильевич, д.т.н., проф.

Бойков Владимир Николаевич, д.т.н.

Бокарев Сергей Александрович, д.т.н., проф.

Васильев Юрий Эммануилович, д.т.н., проф.

Величко Геннадий Викторович, к.т.н.

Евтюков Сергей Аркадьевич, д.т.н., проф.

Жанказиев Султан Владимирович, д.т.н., проф.

Кулижников Александр Михайлович, д.т.н., проф.

Миронюк Виталий Петрович, д.э.н.

Овчинников Максим Алексеевич, к.т.н.

Петренко Денис Александрович

Сарычев Дмитрий Сергеевич, к.т.н.

Скворцов Алексей Владимирович, д.т.н., проф.

Субботин Сергей Аркадьевич

Трофименко Юрий Васильевич, д.т.н., проф.

Углова Евгения Владимировна, д.т.н., проф.

Чистяков Игорь Владимирович, д.т.н., проф.

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР

Дмитриенко Виктор Евгеньевич

КОРРЕКТОРЫ

Заварзина Наталья Сергеевна

Князюк Елизавета Михайловна

Райкова Лидия Сергеевна

Снежко Ирина Викторовна

ДИЗАЙН И ВЁРСТКА

Патов Евгений Валерьевич

ОТДЕЛ РЕКЛАМЫ

Кузнецова Анна Петровна

ВІМ

- 4** Обзор практических документов национального BIM-стандарта США NBIMS-US V3

Баранник С.В.

- 9** Проекты стандартов и регламентов BIM для автомобильных дорог

Сарычев Д.С., Скворцов А.В.

- 13** Применение строительных классификаторов при информационном моделировании автомобильных дорог

Князюк Е.М., Мирза Н.С.

- 20** О применении технологии информационного моделирования в транспортном строительстве Республики Казахстан

Антропов А.Н.

- 54** Модернизация отраслевого банка дорожных данных АБДД «Дорога»

Сарычев Д.С., Субботин С.А., Скворцов А.В.

- 66** Геопортал как элемент технологии информационного моделирования и корпоративной системы управления проектами

Гумеров Д.И., Лигоцкий А.Н.

- 73** Техническое задание на формирование базы данных автомобильных дорог в концепции КСОДД

Бойков Н.В., Аникин Е.Н.

ПЕРСОНА

- 78** Персона: Акулов Анатолий Петрович. Главный томский инженер

Бойков В.Н.

САПР

- 28** Системы для проектирования освещения автомобильных дорог

Райкова Л.С., Медведев В.И.

- 38** Коллективная работа в IndorCAD

Снежко И.В., Петренко Д.А.

ОБЩЕСТВО

- 84** Генеалогия современных транспортных развязок

Кузнецова А.П.

ГИС

- 46** Эволюция ГИС автомобильных дорог

Бойков В.Н., Скворцов А.В.

Обзор практических документов национального BIM-стандарта США NBIMS-US V3

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.1

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

Приведён обзор национального BIM-стандарта США. Дано краткое описание NBIMS-US V3. Предложен перевод рассматриваемого документа на русский язык.

Введение

Данной статьёй мы продолжаем обзор зарубежных BIM-стандартов. В предыдущей публикации «Обзор британских стандартов семейства PAS 1192» [1] мы рассмотрели нормативные документы Великобритании, и теперь вашему вниманию предлагается национальный BIM-стандарт США NBIMS-US V3 [2].

Безусловно, в Российской Федерации идёт работа по разработке собственных стандартов информационного моделирования [3-5]. Однако западные коллеги обладают более богатым практическим опытом применения BIM-технологий и изучение этого опыта полезно, прежде всего, для того, чтобы «не изобретать велосипед» и «не наступать на уже известные грабли» [6-8].

Стандарт США

Третья версия национального BIM-стандарта США состоит из пятидесяти документов и доступна для скачивания на сайте <https://www.nationalbimstandard.org>. Эти документы, в свою очередь, могут либо содержать описание подраздела, либо ссылаться на другой документ, возведённый в ранг

стандарта. Основные темы, освещённые в стандарте:

- термины и определения;
- таблицы системы классификации OmniClass;
- уровни детализации — LOD;
- обменные форматы данных, принятые на уровне национального стандарта:
 - BIM Collaboration Format (BCF) v1.0,
 - IFC 2x3,
 - W3C XML 1.0,
 - United States National CAD Standard® (NCS) – Version 5;
- стандарты информационных обменов:
 - определение ТЭП здания на этапе планирования,
 - обмен информацией, необходимой для проектирования систем отопления, вентиляции и кондиционирования,
 - обмен информацией, необходимой для проектирования электрических систем,
 - то же для систем внутреннего водоснабжения/водоотведения [9];
 - практические документы.

В данной статье предлагается рассмотреть раздел, посвящённый практическим документам.

Таблица 1. Методика оценки уровня зрелости BIM [10]

	NBIMS-US™ I-CMM	BIMe	BIM QuickScan	VDC Scorecard/ bimSCORE	BIM Proficiency Matrix	Facility Owner's BIM Guide	Owner's BIMCAT
Целевая группа пользователей	A, E, C, O	A, E, C, O	A, E, C	A, E, C, O	A, E, C	O	O
Контекст оценки	Оценивает управление информацией о строительных проектах	Оценивает организации, проекты, группы или отдельные лица по уровню зрелости BIM и эффективности	Оценивает уровень BIM-эффективности организаций, предоставляющих услуги BIM	Оценивает эффективность BIM организации и зрелость	Оценивает способности проектировщиков и подрядчиков выполнять BIM-услуги	Оценивает зрелость владельца при планировании стратегии BIM	Оценивает уровень BIM компетенции владельцев зданий
Стиль оценки	Самостоятельная оценка модели	Предлагается несколько типов оценки	Внешний оценщик или бесплатная самостоятельная оценка онлайн	Несколько предлагаемых типов оценки	Владельцы оценивают заинтересованные стороны через матрицы MS Excel	Самостоятельная оценка	Самостоятельная оценка
Категории измерений и веса	11 критериев, вес зависит от важности	Несколько показателей с различными категориями, основанных на контексте оценки	4 главы и 10 различных критериев на основе взвешенных ключевых показателей эффективности (КПЭ)	4 зоны с 10 различными измерениями и несколько взвешенных мер	8 интересных областей, взвешенных в равной степени	16 элементов BIM-планирования, одинаково взвешенных	3 области компетенций, измеряемых по 12 категориям и 66 факторам
Количество уровней зрелости	10 уровней зрелости	5 уровней зрелости/компетенции по различным показателям	Нет (на основе взвешенных КПЭ)	Диапазоны по 5 процентилей увеличения инноваций	4 области зрелости	6 уровней зрелости	6 уровней компетентности
Дополнительная информация	См. NBIMSUS™ v 1	http://bimexcellence.net	http://www.bimquickscan.nl/	http://vdcscorecard.stanford.edu https://www.bimscore.com	http://www.iu.edu/~vpcpfndards/bimstandards.shtml	http://bim.psu.edu/Owner/Resources/contact_info.aspx	Контакты: britgiel@gmail.com или raymondissa@ufl.edu

Практические документы

Перевод на русский язык пятого раздела Национального BIM-стандарта Соединённых Штатов Америки «Практические документы» был выполнен автором в полном объёме в связи с тем, что документы, составляющие данный раздел, представляют наибольший интерес с точки зрения внедрения BIM-технологий.

Раздел «Практические документы» стандарта NBIMS-US™ представляет собой сборку различных ресурсов, которые практикующие специалисты имеют и могут использовать, чтобы вести свой бизнес, а также для владельцев бизнеса, которые могут использовать BIM для описания и определения ограничений жизненного цикла своих проектов. Важно отметить, что документы в этом разделе

включают в себя методы, которые были успешно использованы и реализованы в проектах на основе BIM.

Документы, указанные в этом разделе, представляют ценность на концептуальном уровне для всех членов команды BIM-проекта. С этими документами проектная группа может выработать общее понимание процесса, тем самым уменьшая исторические конфликты между профессионалами в строительной отрасли. В этих документах опыт проекта должен использоваться в качестве руководства для будущих проектов, а также для обеспечения обратной связи для NBIMS-US™ для оказания помощи в улучшении документирования и промышленности. Ниже приведён краткий обзор Практических документов в стандарте NBIMS-US™ [10].

Минимальные требования BIM, 2-я редакция (включая Минимальные требования к BIM — редакция от мая 2012 г.)

Приводится обзор и сравнение различных методик оценки уровня зрелости BIM. В таблице представлено сравнение этих методик.

Руководство по планированию выполнения BIM-проекта — Версия 2.1

В разделе содержатся рекомендации по структурированной процедуре создания и реализации плана выполнения проекта информационного моделирования зданий (BIM). План выполнения будет гарантировать, что все стороны знают о возможностях и обязанностях, связанных с включе-



Рис. 2. Схема процедуры планирования BIM-проекта

План выполнения будет гарантировать, что все стороны знают о возможностях и обязанностях, связанных с включением BIM в рабочий процесс проекта.

нием BIM в рабочий процесс проекта. На рис. 2 представлена схема процедуры планирования BIM-проекта.

Содержание плана выполнения BIM-проекта — Версия 2.1

Стандарт содержит рекомендации по содержанию, которые должны быть в плане выполнения проекта BIM. План выполнения проекта определяет BIM-сценарии (например, создание проекта, анализ проекта и 3D-координация), а также детальное проектирование процесса для выполнения BIM на протяжении всего жизненного цикла проекта.

План выполнения BIM-проекта был разработан американским университетом штата Пенсильвания и состоит из следующих разделов:

Раздел А. Обзор плана выполнения BIM-проекта.

Раздел В. Информация о проекте.

Раздел С. Ключевые контакты проекта.

Раздел D. Цели и задачи проекта/BIM-сценарии.

Раздел E. Организационные роли/штатное расписание.

Раздел F. Блок-схема BIM-процесса.

Раздел G. Информационные обмены BIM.

Раздел H. Требования к данным объекта и BIM.

Раздел I. Процедуры совместной работы.

Раздел J. Контроль качества.

Раздел K. Технологические потребности инфраструктуры.

Раздел L. Структура модели.

Раздел M. Результаты проекта.

Раздел N. Стратегия реализации.

Раздел O. Приложения.

NBIMS-US регламентирует использование данного плана реализации в качестве стандарта, однако сам документ и шаблоны-таблицы разделов содержатся в другом документе, доступном по адресу: <http://bim.psu.edu>.

Требования к пространственной координации механических, электрических, водопроводных и противопожарных систем для моделей строительства и монтажа и исполнительной съёмки — редакция от мая 2011 г.

Раздел содержит пространственные координационные требования к моделям строительства и монтажа и их результатам, предлагает руководство для строительных компаний и частных лиц, участвующих в пространственной 3D-координации MEP-систем и компонентов для производства и монтажа.

Планирование, выполнение и управление передачей информации-2007 — редакция от июня 2007 г.

Стандарт представляет краткие рекомендации по разработке организационной стратегии в области информации, определение требований к информации на основе этой стратегии,



Рис. 3. Общая схема процесса планирования и реализации информационных обменов

включает разработку планов передачи информации проекта на основании этих требований, а также осуществление этих планов. На рис. 3 приведена общая схема, описывающая процесс

планирования и реализации информационных обменов.

Руководство по планированию BIM для владельцев объектов

Руководство по планированию обеспечивает структурный подход для организаций (с акцентом на владельцев объектов), чтобы эффективно планировать внедрение информационного моделирования зданий в рамках своих организационных процессов. Стандарт является логическим продолжением Стандарта планирования выполнения BIM-проекта. На рис. 4 приведена предлагаемая карта процесса.

Практические требования BIM-контракта

Описанные в разделе требования используются Инженерными войсками США (USACE) для BIM при проектировании строительных объектов. Они состоят из трёх частей: термины договора, план выполнения BIM-проекта и минимальная матрица моделирования. Эти три элемента работают

вместе, чтобы создать требования BIM, которые являются справедливыми, практичными и разумными. Требования USACE к BIM применялись с января 2008 г. в более чем 500 одно- и многоцелевых проектах на различных стадиях строительства, общей стоимостью более 9 млрд. долларов или общей площадью более 46 млн. кв. футов. На сегодняшний день с использованием этих требований были построены свыше 600 объектов общей площадью более чем 25 млн. кв. футов.

Данный раздел, казалось бы, является самым востребованным на данный момент, т.к. практики юридического описания технологии BIM почти нет, но, к сожалению, рекомендации составлены целиком для североамериканского рынка и его системы отношений между участниками. Тем не менее они достаточно интересны своей полнотой и подробностью описания. Возможно, на коммерческих объектах некоторые их положения вполне реализуемы [6].



Рис. 4. Карта процесса BIM-планирования для владельцев объектов

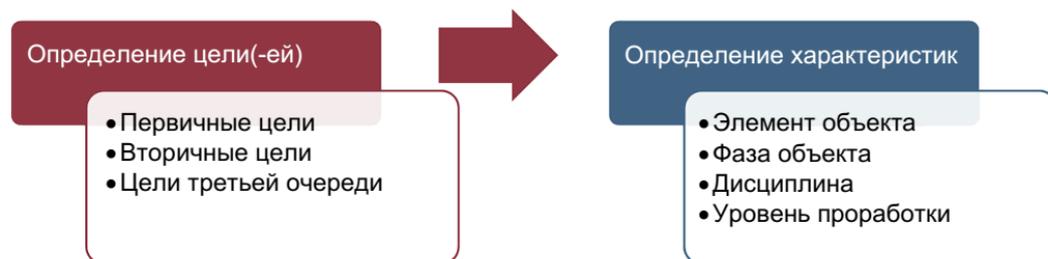


Рис. 5. Процедура выбора BIM-сценария

BIM-сценарии

Целью данного документа является определение общего языка для BIM-сценариев. Этот документ содержит фундаментальную терминологию и организационную структуру для целей, для которых реализуется BIM на протяжении всего жизненного цикла объекта. Таким образом, команды могут более чётко обозначать цели для реализации BIM по проекту или в рамках своей организации. Документ предлагает более 20 типовых BIM-сценариев. На рис. 5 изображена процедура выбора BIM-сценария.

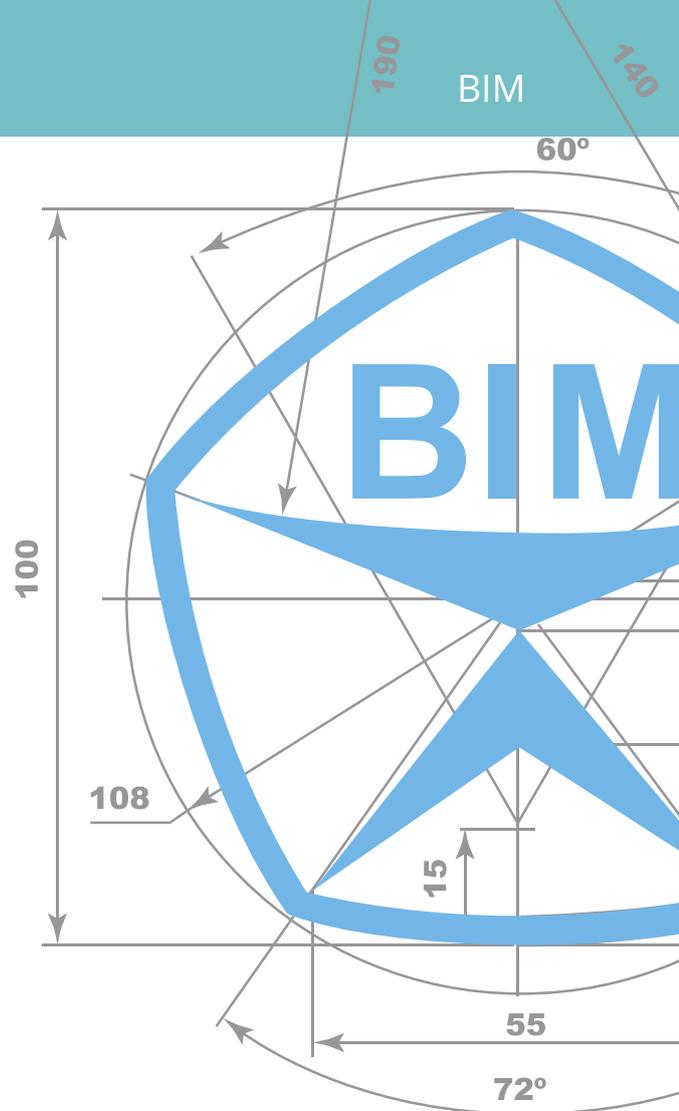
Заключение

Сводный стандарт NBIMS-US — это «энциклопедия BIM-профессионала». Он пишется с ориентацией на реализацию «снизу», т.е. именно конечными участниками рынка: строительными и проектными компаниями, заказчиками, производителями программного обеспечения, оборудования и материалов и пр. В нём нет ни слова о «высоких целях BIM» с точки зрения экономических индикаторов: стоимости и сроков реализации проектов. В отличие от британской системы, выстраивающей BIM «сверху» — от государства — американская опирается целиком на самих участников, и государство — просто один из них. В отличие от нас, они могут себе это позволить, и об этом стоит помнить при применении их методик и подходов «в лоб», однако знать их обязан каждый, кто считает себя профессионалом в области BIM [9]. Ознакомиться с текстом этих документов на русском языке можно на сайте bimstandart.ru. ■

Литература:

1. Баранник С.В. Обзор британских стандартов семейства PAS 1192 // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 24–27. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.4
2. National BIM Standard United States V3. 2015.
3. 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
4. Скворцов А.В. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2
5. 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
6. Баранник С.В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 24–28. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3
7. Российские и международные BIM-стандарты // Социальная сеть для делового общения LinkedIn. URL: <https://www.linkedin.com/pulse/российские-и-международные-bim-стандарты-сергей-баранник> (дата обращения: 12.04.2017).
8. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–20. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.3
9. NBIMS-US (Национальный BIM стандарт США) V3 вышел // ВЕМ по-русски. URL: <http://russianbem.blogspot.ru/2015/08/nbims-us-bim-v3.html> (дата обращения: 12.04.2017).
10. Национальный BIM-стандарт – Соединенные Штаты Америки, Версия 3. Разд. 5. Практические документы (рус.) // BIM-стандарты Англии и США на русском языке. URL: <http://bimstandart.ru> (дата обращения: 12.04.2017).

Проекты стандартов и регламентов BIM для автомобильных дорог



DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.2

Сарычев Д.С., к.т.н., директор по развитию ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

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

Рассматриваются два нормативно-методических документа, разрабатываемых в Российской Федерации для запуска серии пилотных проектов по применению информационного моделирования автомобильных дорог на этапах проектирования, строительства и эксплуатации.

Введение

Одним из ключевых направлений в сфере информационных технологий, способным качественно изменить ситуацию во всей цепочке жизненного цикла автомобильных дорог, становится развитие и внедрение концепции информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM) [1]. Суть этой концепции заключается в том, что в процессе проектирования, строительства и эксплуатации создаётся не совокупность чертежей и описаний (текстовых, табличных) строительного объекта, а его информационная модель, которая выступает в качестве общего ресурса знаний и получения информации об объекте, обеспечивая принятие оптимальных решений на всех этапах его жизненного цикла [2–4].

Федеральное дорожное агентство, реализующее инновационные подходы и стандартизацию в сфере дорожного хозяйства РФ, накопило значительный опыт во внедрении современных

технологий в практику проектирования, строительства и эксплуатации транспортной инфраструктуры (автоматизированное проектирование, системы спутниковой навигации и лазерное сканирование при изысканиях и диагностике, ИТС и автоматизированное управление дорожно-строительной техникой). Эти технологии, по своей сути, являются неотъемлемыми компонентами BIM, однако их применение носит фрагментарный и зачастую лишь пилотный характер. Повсеместное их внедрение должно сопровождаться соответствующими организационными, нормативно-техническими и технологическими процессами, обучением персонала. Многими авторами подчеркивалось, что текущее состояние нормативной базы в дорожной отрасли не только не способствует, но и препятствует внедрению BIM.

Федеральное дорожное агентство впервые в Российской Федерации инициировало работы по созданию предварительных стандартов и ре-

гламентов в области информационного моделирования автомобильных дорог. В 2017 году были разработаны два документа:

- временные регламенты информационного моделирования для проектирования автомобильных дорог;
- предварительный национальный стандарт на применение информационного моделирования при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

Главным разработчиком временных регламентов выступило АО «Институт «Стройпроект» (г. Санкт-Петербург). К работе также были привлечены ООО «СТПР-Инфо» (г. Санкт-Петербург) и ООО «ИндорСофт» (г. Томск).

Главным разработчиком предварительного национального стандарта выступило ООО «Центр-Дорсервис» (г. Воронеж). К работе также было привлечено ООО «ИндорСофт» (г. Томск).

В настоящей статье мы предлагаем краткий обзор этих документов.

Временные регламенты BIM для проектирования автомобильных дорог

В ходе разработки временных регламентов взаимодействия участников и дополнительных разделов 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 были сформулированы следующие цели.

Цель 1. Повышение качества проектной документации и сокращение сроков строительства (реконструкции, ремонта) дорог за счёт реализации парадигмы «Информационное моделирование в жизненном цикле дорог».

Цель 2. Совершенствование системы управления состоянием сети автомобильных дорог и повышение эффективности капитальных вложений на всех стадиях жизненного цикла дорог внедрением в инженерные и управленческие процессы технологии информационного моделирования.

Цель 3. Мотивация участников дорожно-строительного процесса к формированию рынка технологий

информационного моделирования и создание для этого соответствующих организационных, нормативно-технических и технологических основ.

В рамках поставленных целей были выделены следующие задачи.

Задача 1. Разработать основы нормативной и технологической поддержки единого координатного пространства информационных моделей в процессе их жизненного цикла.

Задача 2. Разработать рекомендации по форматам и моделям данных для их реализации в ТЗ на проектирование строительства (реконструкции, ремонта) участков автомобильных дорог, а также выполнение работ по кадастру земель, инвентаризации, техническому учёту и мониторингу (диагностике) автомобильных дорог.

Задача 3. Разработать рекомендации по изменению организационной и технологической среды для внедрения методов и средств информационного моделирования в жизненном цикле дорог.

Задача 4. Разработать предложения, связанные с дополнениями и изменениями в действующем законодательстве РФ в части функционирования автомобильных дорог и транспортной инфраструктуры в целом, а также необходимые для внедрения технологий информационного моделирования.

Задача 5. Подготовить рекомендации по дальнейшему совершенствованию этого процесса в формате серии отраслевых дорожных нормативов (ОДН).

Состав и содержание временных регламентов

1. Регламент взаимодействия участников при выполнении работ по разработке проектной документации на пилотных проектах применительно к строительству, капитальному ремонту и реконструкции автомобильных дорог

Документ устанавливает порядок взаимодействия заказчика, исполнителя (генпроектировщика) и других организаций при информационном обмене между участниками с использованием среды общих данных на стадиях разработки, согласования, экспертизы и утверждения проектной документации [5].

2. Регламент взаимодействия участников при выполнении работ по разработке рабочей документации на пилотных проектах применительно к строительству, капитальному ремонту и реконструкции автомобильных дорог

Документ устанавливает порядок взаимодействия заказчика, исполнителя (строительная и/или проектная организация), контролирующих органов и других организаций при информационном обмене между участниками с использованием среды общих данных на стадиях разработки, согласования и утверждения рабочей документации [5].

3. Требования заказчика к формированию информационной модели автомобильной дороги

Документ, определяющий перечень обязательных требований заказчика к формированию информационной модели автомобильной дороги, включая требования к системе координат, форматам данных, уровням проработки элементов, общим требованиям к оформлению информационной модели (именованию слоёв, типов линий, блоков, элементов, требования к графическому отображению элементов модели), в том числе и для включения в тендерную документацию [6].

Определяет, какие модели должны выполняться на каждом этапе проектирования и разработки рабочей документации, с указанием требуемого уровня детализации и уровня проработки.

4. Требования к среде общих данных

Документ, устанавливающий технические требования к распределённому (сетевому или облачному) хранилищу данных, используемому при информационном моделировании участниками процесса информационного моделирования [7]. Документ предназначен для унификации требований, предъявляемых к разделам (папкам) среды общих данных, техническим методам и сетевым протоколам доступа, стандартным уровням доступа, аудиту и версионированию [8].

моделей и документов, надёжности и безопасности хранилища.

5. Базовый классификатор элементов информационных моделей автомобильных дорог

Документ, определяющий и систематизирующий структурные элементы моделей объектов дорожной инфраструктуры с опорой на современную отраслевую терминологию [9].

6. Правила оценки заявок

Правила определяют порядок оценки заявок, окончательных предложений участников закупки проектных работ, выполняемых с применением технологий информационного моделирования дорог (ИМД), в целях выявления лучших из предложенных условий исполнения контракта при проведении закупки, а также предельные величины значимости каждого критерия оценки заявок, окончательных предложений участников закупки.

7. Уровни геометрической и атрибутивной проработки информационной модели

Документ, определяющий виды степеней детализации (точности, подробности описания) информационных моделей для каждого вида составных элементов, а также виды наполнения информацией (атрибуты, параметры, свойства) информационных моделей для каждого вида составных элементов транспортной инфраструктуры [10].

Предварительный национальный стандарт на применение технологий информационного моделирования для эксплуатации автомобильных дорог

Разработанный предварительный национальный стандарт «Применение BIM-технологий при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог. Общие требования» определяет информационные требования заказчика, представляемые в составе конкурсной документации при размещении закупок на выполнение работ и услуг на этапе строительства и эксплуатации автомобильных дорог, а также на требования к составу и содержанию доку-

ментов «План выполнения проекта» и «План реализации проекта», оформляемых подрядчиком работ.

Предварительный национальный стандарт направлен на обеспечение единства принципов создания, обработки, хранения и доступа к информационным моделям, создаваемым и применяемым в ходе:

- строительства, реконструкции и капитального ремонта автомобильных дорог;
- паспортизации и инвентаризации автомобильных дорог, искусственных сооружений и прочего имущества;
- диагностики автомобильных дорог и искусственных сооружений;
- управления безопасностью дорожного движения;
- учёта интенсивности и состава дорожного движения;
- оценки уровня содержания дорог;
- технического учёта дорожных работ;
- обследований, выполненным для разработки проектов организации дорожного движения;
- изысканий и проектов выполнения ремонтов, строительства и реконструкции автомобильных дорог;
- земельно-имущественного учёта.

Состав и содержание предварительного национального стандарта

- 1 Область применения.
- 2 Нормативные ссылки.
- 3 Термины и определения.
- 4 Общие положения.
 - 4.1 Участники информационного взаимодействия на этапе эксплуатации и их роли.
 - 4.2 Требования к эксплуатационной информационной модели автомобильной дороги.
 - 4.3 Схема информационных процессов на этапе эксплуатации.
 - 4.4 Передача BIM-модели на этап эксплуатации.
 - 4.5 Требования к среде общих данных.
- 5 Требования к содержанию Информационных требований заказчика.
 - 5.1 Технические требования.
 - 5.1.1 Программные платформы.
 - 5.1.2 Форматы обмена данными.
 - 5.1.3 Правила оформления модели.
 - 5.1.4 Системы координат.

5.1.5 Состав элементов и уровни детализации.

5.2 Требования к процессу обновления информационной модели.

5.2.1 Цели проекта.

5.2.2 Роли участников проекта.

5.2.3 Предоставление прав доступа по зонам ответственности.

5.2.4 Информационная безопасность.

5.2.5 Среда общих данных.

5.2.6 Совместная работа и обратная связь.

5.2.7 Рассмотрение моделей.

5.2.8 Проверка коллизий.

6 Требования к Плану выполнения проекта.

6.1 Общие положения.

6.2 Состав плана выполнения проекта.

6.3 Этапы проекта.

6.4 Совместная работа и информационное моделирование в контексте целей проекта.

6.4.1 Структура среды общих данных.

6.4.2 Информационные потоки этапов проекта между разделами СОД.

6.5 Стратегия формирования информационной модели проекта.

6.5.1 Единицы измерения и системы координат.

6.5.2 Структура имени файлов проекта.

6.5.3 Контроль качества модели.

6.5.4 Рассмотрение моделей.

6.5.5 Календарный график выполнения работ.

7 Требования к Плану реализации проекта.

7.1 Описание цепочки исполнителей.

7.2 Описание управления дорожной информацией исполнителей.

7.2.1 Технологическое обеспечение.

7.2.2 Технологии обеспечения информационной безопасности.

7.2.3 Информационное взаимодействие между участниками проекта.

7.3 Описание управления дорожной информацией поставщиков.

Приложение А. Базовый классификатор элементов информационной модели.

А.1 Правила организации классификатора.

А.2 Классификатор элементов.

Приложение Б. Уровни детализации и проработки элементов информационной модели.

Б.1 Общие положения.

Б.2 Уровни проработки.

Заключение

Процесс информационного моделирования в развитых странах активно внедряется в процесс проектирования и поддержки жизненного цикла автомобильных дорог. Этот процесс регулируется государством, и в ряде стран разработаны и действуют стандарты на BIM.

Заметим, что только две страны в мире в настоящее время активно развивают свои BIM-стандарты. Это Великобритания [11] и США [12]. Остальные просто следуют в русле их разработок, адаптируя их под свои нужды.

Разработка в Российской Федерации собственных аналогичных линейек стандартов [13] является важной вехой в переходе дорожной отрасли на новый технологический уклад [14–16].

Следует отметить большой интерес ведущих отраслевых специалистов и институтов: в процессе публичного обсуждения на каждый из документов было представлено более сотни замечаний и предложений, содержащих конструктивные пожелания и свидетельствующие о том, что данная тема является актуальной, современной и востребованной у лидеров дорожной отрасли. ■

Литература

1. Талапов В.В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. М.: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
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
3. 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.
4. Скворцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.2
5. Сарычев Д.С. Информационное моделирование при разработке проектной и рабочей документации // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 20–24. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.3
6. Елугачёв П.А., Елугачёв М.А. Подготовка технического задания в концепции информационного моделирования дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.7
7. 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
8. Скачкова А.С., Субботин С.А., Скворцов А.В. Поддержка темпоральности в ГИС автомобильных дорог IndorRoad // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 82–86. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.18
9. Князюк Е.М., Мирза Н.С. Применение Строительных классификаторов при информационном моделировании автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 13–19. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.3
10. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным моделям // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.4
11. Баранник С.В. Обзор британских стандартов семейства PAS 1192 // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 24–27. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.4
12. Баранник С.В. Обзор практических документов национального BIM-стандарта США NBIMS-US V3 // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 4–8. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.1
13. 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
14. Бойков В.Н., Скворцов А.В. Геоинформационные системы автомобильных дорог // Дороги России XXI века. 2017. Специальный выпуск № 1, С. 45–52.
15. Бойков В.Н., Скворцов А.В. Эволюция ГИС автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 46–53. DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.7
16. 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

Применение строительных классификаторов при информационном моделировании автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.3

Князюк Е.М., руководитель информационно-аналитического отдела ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Мирза Н.С., к.т.н., руководитель отдела САПР ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Дается обзор систем классификации строительных элементов OmniClass и UniClass, используемых при информационном моделировании зданий. Рассматривается возможность применения данных классификаторов в контексте информационного моделирования автомобильных дорог. Анализируются возможные пути адаптации существующих классификаторов и возможность их расширения для нужд Российской Федерации.

Переход на BIM в мире идёт возрастающими темпами, причём часто с государственной поддержкой [1]. Применение информационного моделирования уже обязательно при выполнении госзаказов в Великобритании и США. Не снижаются темпы внедрения BIM в странах Скандинавии, Германии, Франции, а также в Юго-Восточной Азии [2-5].

В России технология информационного моделирования также является одним из приоритетных направлений инновационного развития строительной отрасли, но переход происходит менее интенсивно. Тем не менее национальная технологическая инициатива объявлена и ведётся активная работа по разработке планов её реализации. В 2016 г. начата разработка первых нормативных документов по BIM, в 2017 г. — утверждена «дорожная карта» по внедрению BIM-технологий.

Для полноценного взаимодействия всех участников процесса информационного моделиро-

вания — проектировщиков, строителей, заказчиков — необходим общий язык, обеспечить который призвана единая система классификации. Классификатор позволяет проиндексировать и структурировать все данные по проекту, обеспечивая таким образом лёгкий доступ к ним и позволяя точно идентифицировать состав модели на каждом этапе жизненного цикла объекта строительства.

В строительной отрасли использование систем классификации имеет решающее значение при подготовке спецификаций, смет и т.д. В контексте информационного моделирования стандартизация классификации является одним из важнейших шагов при формализации требований к качеству информационной модели как результата строительной деятельности. Ведь, по сути, система классификации и определяет состав модели на различных уровнях проработки, и чем детальнее проработан классификатор, тем большую детализацию имеет модель.

Для закрепления возможных требований к моделям в BIM-нормативах некоторых стран строго определена используемая система классификации. Так поступили разработчики американского стандарта. В стандартах других стран, например Великобритании, жёстких требований к используемому классификатору не зафиксировано, однако определено требование соответствия классификатора международному стандарту ISO-12006-2 [6], описывающему основные принципы разработки классификационных систем строительных элементов.

Получая всё большее распространение при строительстве зданий, технология информационного моделирования постепенно адаптируется и для других строительных секторов, в том числе и для инфраструктуры. И если для информационного моделирования зданий уже существует немало устоявшихся строительных классификаторов, успешно интегрированных в существующие BIM-нормативы, то для инфраструктуры в мировой нормативной практике пока отсутствует единый классификатор [7]. Более того, во многих случаях такой классификатор рекомендуется разрабатывать индивидуально под каждый проект.

Подходят ли существующие классификаторы для инфраструктуры? Возможно ли их применение в те-

кущем виде при информационном моделировании автомобильных дорог (ИМД)? Чтобы ответить на эти вопросы, разберём особенности требований к составу информационных моделей инфраструктурных объектов на примере автомобильных дорог, а также рассмотрим применимость существующих строительных классификаторов для описания таких моделей на примере OmniClass (США) (табл. 1) [8] и UniClass 2015 (Великобритания) (табл. 2) [9].

Основные элементы модели автомобильной дороги

Информационная модель автомобильной дороги состоит из отдельных элементов, описывающих физические составные части автомобильной дороги или логические сущности, связанные с дорогой или градостроительством [10, 11].

Формализованные на государственном уровне требования к составу информационных моделей автомобильных дорог отсутствуют в нормативной практике как в России, так и в других странах. Однако в большинстве стран имеются чётко сформулированные требования к составу документации, предъявляемой на государственную экспертизу на каждой из стадий жизненного цикла объекта, и очевидно, что в каждой стране данные требования разнятся.

В Российской Федерации имеется ряд нормативных документов, в которых описан состав структуры автомобильной дороги и её элементов на различных стадиях жизненного цикла. Это документы, регламентирующие состав документации при проектировании дорог, искусственных сооружений и организации дорожного движения, состав документации при паспортизации, инвентаризации, диагностике и обследовании дорог и искусственных сооружений.

На основании этих документов может быть выведен базовый перечень элементов модели автомобильной дороги, которые в обязательном порядке должны присутствовать в классификаторе, применяемом при информационном моделировании автомобильных дорог в Российской Федерации (табл. 3) [11, 12].

Обзор зарубежных строительных классификаторов

Разработка национальных классификаторов ведётся во многих странах. Поскольку эти классификаторы направлены на решение задач с учётом специфики строительной отрасли в каждой стране, очевидно, что единого общемирового классификатора в ближайшее время не будет.

Наиболее значимый опыт в информационном моделировании на данный момент имеют США

Таблица 1. Состав таблиц системы классификации OmniClass

Таблица	Статус	Дата публикации
Table 11 — Construction Entities by Function	Предварительно одобренный проект	26.02.2013
Table 12 — Construction Entities by Form	Предварительно одобренный проект	30.10.2012
Table 13 — Spaces by Function	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 14 — Spaces by Form	Принятая версия	28.03.2006
Table 21 — Elements	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 22 — Work Results	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 22 — Work Results	Предварительно одобренный проект	25.08.2013
Table 23 — Products	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 31 — Phases	Предварительно одобренный проект	30.10.2012
Table 32 — Services	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 33 — Disciplines	Предварительно одобренный проект	30.10.2012
Table 34 — Organizational Roles	Предварительно одобренный проект	30.10.2012
Table 35 — Tools	Проект	28.03.2006
Table 36 — Information	Государственный стандарт	16.05.2012
Table 41 — Materials	Предварительно одобренный проект	30.10.2012
Table 49 — Properties	Предварительно одобренный проект	30.10.2012

и Великобритании. Разработанные в этих странах классификаторы OmniClass (США) и UniClass 2015 (Великобритания) построены на принципах стандарта ISO-12006-2 и в табличном виде представляют основную информацию о модели объекта строительства: от материалов и видов строительных элементов до информации о проекте и ролях участников бизнес-процессов.

Для понимания применимости данных классификаторов при информационном моделировании автомобильных дорог рассмотрим подробнее их структуру и состав.

OmniClass

OmniClass — это система классификации в строительной отрасли, которая может быть использована в описании проекта, проектной (рабочей) документации, электронных баз данных и др. OmniClass базируется на других системах классификации, в частности MasterFormat для описания результатов работ, UniFormat — для элементов, EPIC — для изделий. К тому же стандарт был разработан в сотрудничестве с создателями UniClass и во многом его наследует.

Система OmniClass была разработана в США для создания общего подхода для классификации объектов и процессов строительства: от фазы начального планирования, далее до фазы проектирования, строительства и эксплуатации.

Система классификаторов OmniClass состоит из 15 таблиц, каждая из которых представляет ту или иную область строительной отрасли (таблица 1). Элементы таблиц могут быть использованы как независимо друг от друга, так и в комбинации для описания сложных объектов.

Рассмотрим подробнее состав и назначение таблиц OmniClass.

- Таблица 11 — **Construction Entities by Function** (Строительные объекты по функциональному назначению) содержит значимые единицы искусственной среды, состоящие из элементов и взаимосвязанных локаций и имеющие определенное назначение. Например, автобусная остановка (11-51 27 15 Bus Stop Shelter), станция технического обслуживания и заправки (11-51 31 11 Auto Maintenance and

Fueling Station), туннель (11-51 67 11 Vehicular Tunnel).

- Таблица 12 — **Construction Entities by Form** (Строительные объекты по форме) содержит строительные объекты, сгруппированные по конструктивной форме значимые единицы искусственной среды, состоящие из элементов и взаимосвязанных локаций и характеризующиеся определенной формой. Например, дорожное покрытие (12-21 11 11 Pavement), подпорная стенка (12-21 14 11 Retaining Wall), мост (12-14 14 00 Bridge), зелёные насаждения (12-21 21 00 Planting).
- Таблица 13 — **Spaces by Function** (Зонирование строительных объектов по функциональному назначению) описывает локации, ограниченные физическими или абстрактными границами и имеющие определенное назначение. Например, тротуар (13-69 25 11 Sidewalk).
- Таблица 14 — **Spaces by Form** (Зонирование строительных объектов по форме) описывает локации, ограниченные физическими или абстрактными границами и характеризующиеся определенной формой. Например, улица/дорога (14-24 11 17 Street), тротуар (14-24 11 27 Sidewalk), земельный участок (14-37 11 11 Parcel).
- Таблица 21 — **Elements** (Строительные объекты и их элементы) описывает объекты и виды работ, характерные для начальных этапов работы над проектом. Для описания работ на поздних этапах применяется таблица 22. Например, дорожное покрытие (21-07 20 10 10 Roadway Pavement), освещение дороги (22-26 56 19 Roadway Lighting), автодорожные туннели (21-07 90 10 10 Vehicular Tunnels), укрепление откосов (21-07 10 70 55 Slope Protection).
- Таблица 22 — **Work Results** (Виды работ по строительству, ремонту и эксплуатации строительных объектов) описывает конечные результаты строительных работ, достигнутые с использованием необходимых материалов и технических средств. Например, эксплуатация и обслуживание автомобильных дорог (22-34 01 13 Operation and Maintenance of

Roadways). Некоторые объекты таблицы уточняют элементы таблицы 21, предоставляя более детальную классификацию для поздних стадий проекта. Например, элементу таблицы 21 «укрепление откоса» соответствует группа работ «укрепление откоса» (22-31 35 00 Slope Protection), в рамках которой предусмотрены работы по укреплению откоса с использованием геосинтетических материалов (22-31 35 19 Geosynthetic Slope Protection), дорожных одежд (22-31 35 23 Slope Protection with Slope Paving) и сдерживающих барьеров (22-31 35 26 Containment Barriers).

- Таблица 23 — **Products** (Строительные изделия) используется для классификации материальных строительных ресурсов, используемых в проекте. Например, разделительные барьеры (23-39 11 11 13 Median Barriers), дорожная разметка (23-39 11 15 11 Roadway Surface Markings), дорожные знаки (23-39 11 13 Roadway Signage), дорожные камеры (23-39 11 15 23 Traffic Cameras). Семь уровней детализации, никак не перекликается с другими таблицами.
- Таблица 31 — **Phases** (Этапы жизненного цикла) описывает этапы жизненного цикла строительного объекта. Например, концептуальное планирование (31-20 00 00 Conceptualization Phase).
- Таблица 32 — **Services** (Управление проектами и жизненным циклом строительных объектов) описывает процессы и процедуры, выполняемые различными участниками проекта на протяжении жизненного цикла строительного объекта. Например, изыскания (32-35 47 23 Surveying), ввод исходных данных (32-49 11 11 Inputting Project Information), эксплуатация объекта (32-65 31 00 Maintaining).
- Таблица 33 — **Disciplines** (Разделы проектов) описывает сферы деятельности, рассматриваемые с точки зрения знаний и компетенций, необходимых для обеспечения процессов на всех этапах жизненного цикла объектов. Например, геодезия (33-23 11 31 Site Surveying), гражданское строительство (33-21 31 11 Civil Engineering). Может использо-

Таблица 2. Таблицы системы классификации Uniclass 2015

Таблица	Статус и версия
Co — Complexes	1.3, апрель 2017 г.
En — Entities	1.4, апрель 2017 г.
Ac — Activities	1.3, апрель 2017 г.
SL — Spaces/ locations	1.4, апрель 2017 г.
EF — Elements/ functions	1.2, ноябрь 2016 г.
Ss — Systems	1.6, апрель 2017 г.
Pr — Products	1.6, апрель 2017 г.
TE — Tools and Equipments	1.1, апрель 2017 г.
Zz — CAD	1.0, июль 2015 г.
FI — Form of information	Бета
PM — Project management	Бета

ваться в сочетании с элементами таблицы 34 для более детального описания ролей участников проекта.

- Таблица 34 — **Organizational Roles** (Роли участников проекта) описывает различные роли, которые выполняют участники проекта для обеспечения процессов жизненного цикла объекта. Например, подрядчик (34-35 15 11 Contractor), инженер (34-20 11 21 Engineer) и пр.
- Таблица 35 — **Tools** (Машины и оборудование) описывает вспомогательные ресурсы, используемые при выполнении проекта, но не являющиеся его частью. Например, гусеничные экскаваторы (35-51 51 61 11 11 Tracked Excavators), грейдеры (35-51 51 61 61 21 Road Graders), дорожная фреза (35-51 31 24 51 11 61 Road Milling Cutters), разметочные машины (35-51 31 24 51 41 51 Road Marking Machines).
- Таблица 36 — **Information** (Виды информации) описывает типы и формы информации, которая используется и создаётся в течение жизненного цикла объекта. Например, чертежи (36-71 91 12 19 15 Plan Drawings), спецификации (36-71 91 13 17 13 Technical Specifications).
- Таблица 41 — **Materials** (Материалы) описывает твёрдые, жидкие, сыпучие и газообразные вещества, используемые в ходе выполнения проекта. Например, песок (41-30 10 25 19 19 Sand), пластик (41-30 50 21 Plastics), асфальт (41-30 50 27 11 11 Asphalt).

- В таблице 49 — **Properties** (Характеристики объектов и изделий) представлены свойства строительных объектов и элементов. Например, GPS-координаты (49-21 11 19 GPS position), длина (49-71 19 13 Length), цвет (49-61 41 53 Color).

Все таблицы проработаны с разным уровнем детализации. Например, в таблице 31 (Этапы жизненного цикла) один уровень, а в таблице 23 (Строительные изделия) — семь уровней. При этом коды элементов содержат как минимум четыре пары символов, где первая пара — всегда обозначение таблицы. Значение последующих символов зависит от конкретной таблицы: это может быть обозначение групп и подгрупп или конечных элементов. Например, коду элемента таблицы 31 «31-40 00 00 Design Phase» (проектирование) соответствует код таблицы «31» и код конечного элемента «40», а последующие две пары символов не несут смысловой нагрузки. Символы «00» в окончании кода, как правило, обозначают группу, но это может быть и конечный объект. Так, в таблице 32 код 32-41 71 00 обозначает конечный элемент «Проектирование» (Designing), а код того же уровня детализации 32-49 11 00 — группу «моделирование» (Modeling), которая содержит дальнейшую детализацию, например «комментирование информационной модели» (32-49 11 17 Annotating BIM Content).

Некоторые таблицы имеют схожий набор групп, но на разном уровне детализации и с разным кодированием. Например, 21-04 60 Communications

(элементы коммуникационных сетей), 22-27 00 00 Communications (коммуникационные работы и услуги) и 23-37 00 00 Information and Communication Specific Products and Equipment (оборудование для функционирования информационных и коммуникационных сетей).

В зависимости от сложности и многогранности классифицируемого объекта, детали его описания могут находиться в разных таблицах, которые могут быть объединены в единый код классификатора.

UniClass 2015

Uniclass 2015 — система классификации, применяемая в Великобритании для всех секторов строительной отрасли, включая инфраструктуру, ландшафт, инженерные сети, а также гражданское строительство. Классификатор разработан в рамках государственной программы перехода на BIM второго уровня зрелости и содержит элементы для описания информационных моделей на всех этапах жизненного цикла строительных объектов.

Первые две версии классификатора — Uniclass и Uniclass 2 — разработаны CPIC (Construction Project Information Committee). Текущая версия классификатора Uniclass 2015 разработана по государственному заказу компанией NBS в составе BIM Toolkit. BIM Toolkit — онлайн-платформа для обмена информацией между заказчиком, проектировщиком и исполнителем, предоставляющая набор инструментов для информационного моделирования и обширную библиотеку строительных шаблонов, связанных единым классификатором.

Классификатор состоит из 11 таблиц, две из которых на момент написания статьи имеют статус «бета» и находятся на стадии согласования (табл. 2). Таблицы предназначены для классификации данных при расчёте стоимости, именовании слоёв САПР, а также при подготовке спецификаций и другой производственной документации.

Рассмотрим подробнее назначение и состав каждой таблицы.

- Таблица **Co — Complexes** (Комплексы) описывает проект в общих чертах. Примерами комплексов являются автовокзалы (Co_80_35_09 Bus/ coach stations), сети дорог (Co_80_35_75 Road networks), станции взимания

- платы (Co_80_40_40 Highway toll stations).
- Таблица **En — Entities** (Сооружения) представлена отдельными сооружениями и конструкциями, такими как мосты (En_80_94 Bridges) и туннели (En_80_96_90 Tunnels). Эти объекты являются площадками для осуществления различных видов деятельности.
 - Таблица **Ac — Activities** (Виды деятельности) определяет виды деятельности и назначение, которые соответствуют комплексам, сооружениям или локациям. Например, назначение «разделение проезжих частей» (Ac_80_35_16 Carriageway separating) соответствует одной локации — разделительные полосы (SL_80_35_16 Central reservations), а назначение «стоянка и обгон» (Ac_80_35_46 Laying-by and passing) — только полосам для стоянки и обгона (уширению) (SL_80_35_46 Lay-bys and passing places). Некоторые назначения соответствуют сразу нескольким локациям, например, «езда» (Ac_80_35_24 Driving) соответствует велосипедным дорожкам (SL_80_35_20 Cycle lanes), круговым перекресткам (SL_80_35_40 Highway roundabouts) и примыканиям (SL_80_35_44 Junctions).

- В таблице **SL — Spaces/ locations** (Локации) представлены зоны, имеющие определённое назначение. Например, обочины (SL_80_35_36 Hard shoulders), пересечения (SL_80_35_42 Intersections).
- В таблице **EF — Elements/functions** (Элементы) собраны основные компоненты сооружений, например опоры, покрытие моста (EF_20_50 Bridge abutments and piers, EF_30_70 Bridge decks), дорожное покрытие (EF_30_60 Pavements).
- В таблице **Ss — Systems** (Системы) представлены различные системы, представляющие собой набор изделий, применяемых для функционирования сооружений. Например, системы водоотвода (Ss_50_30_82 Surface and waste water gravity drainage systems) обеспечивают функционирование сточных трубопроводов (En_50_30_25 Drainage collection pipelines) и могут быть описаны дренажными каналами (Pr_65_52_24 Drainage gullies and channels), трубами (Pr_65_52_63 Pipes and fittings) и пр.
- В таблице **Pr — Products** (Изделия) представлены отдельные изделия, необходимые для функционирования системы. Например, дорожная разметка эпоксидной краской

(Pr_35_31_85_27 Epoxy paint road markings) и дорожная разметка термопластиком (Pr_35_31_85_90 Thermoplastic road markings) являются частью системы дорожных указателей и маркировки (Ss_40_10_90 Traffic signage and marking systems).

- В таблице **TE — Tools and Equipment** (Инструменты и оборудование) представлены вспомогательное строительное оборудование, материалы и услуги, применяемые на стройплощадке, например, разметочные машины (TE_50_70_50 Road marking machines).
- В таблице **Zz — CAD** (Слои САПР) представлены различные элементы, используемые для обозначения объектов в САПР, например, плановая геометрия оси дороги (Zz_35_10_40 Horizontal alignment), Z-отметки (Zz_60_50_30 Elevation marks).

Большинство таблиц имеют четыре пары символов для описания элементов в них, некоторые таблицы — пять пар. Первые два символа — это описание самой таблицы. Например, SL для таблицы Spaces/ locations. После букв следуют три или четыре пары числовых символов — от 0 до 99 для каждой группы объектов. Первая пара чисел описывает группу объектов, вто-

Таблица 3. Основные элементы ИМД и коды соответствующих объектов в Omniclass и Uniclass 2015

Элемент модели ИМД	Omniclass	Uniclass 2015
Группа «Территория»		
Полоса отвода	49-21 51 31	Zz_50_60
Придорожная полоса		Zz_50-10
...		
Группа «Местность»		
Рельеф	33-23 11 00	Zz_40
Гидрография	33-23 31 00	PM_20_10_39
Растительность	21-07 20 80; 23-11 27 19	
Коммуникации		
Транспорт		
Здания, сооружения		
Геология	33-23 41 00	
Экология	33-23 21 00	
Группа «Ось дороги»		
Трасса		Zz_35_10
Структурные линии		
Адресный план дороги		
Группа «Земляное полотно и ВЗП»		
		Zz_35_10

Таблица 3. Окончание

Элемент модели ИМД	Omniclass	Uniclass 2015
Выемка / Насыпь	22-31 24 13	En_32_40_26, En_32_40_20
Берма		
Укрепление откосов		
Проезжая часть	11-51 45 15	SL_80_35_13
Уширения / Переходно-скоростные полосы		SL_80_35_46
Обочина		SL_80_35_36
Разделительная полоса		SL_80_35_16
Группа «Водоотвод»		
Продольный водоотвод	22-32 16 13	En_32_95_59
Водосбросные лотки	21-07 30 30 30	
Ливневая канализация	21-07 30 30	Ss_50_30_82
Система водоочистки	11-41 24 00	Ss_50_75
Группа «ИССО»		En_80_94
Мостовое сооружение	23-39 13 13; 12-14 14 00	En_80_94
Водопропускная труба	23-11 21 21 11	Pr_65_52_20
Подпорная стенка	12-21 14 11	Ss_20_60
Тоннель	21-07 90 10; 23-39 13 11; 11-51 67 00	En_80_96
Железнодорожный переезд	23-39 15 00	SL_80_35_70
Группа «Инженерное обустройство»	21-07 20 10 40	
Дорожный знак	23-39 11 13	Pr_40_10_77_72
Дорожная разметка	23-39 11 15	Ss_40_10_90
Сигнальный столбик	23-39 11 11	Pr_40_10_77_37
Светофор	11-51 49 00	TE_70_20_30_90
Барьерное ограждение	23-39 11 11	Ss_25_16_73
Освещение	22-26 56 19	Ss_70_80_25
Знак переменной информации		
Дорожная видеочамера	23-39 11 15 23	Pr_60_75_86_80
Система связи	21-07 50 10	En_75
...		
Группа «Сервис»	21-07 20 10 40	
Автобусная остановка	11-51 27 15	SL_80_10_10
Автозаправочная станция	11-51 31 11	Co_20_45_50
...		

рая пара — подгруппу. Например, группа SL_80 Transport spaces (транспортные зоны), подгруппа SL_80_35 Highways (автомобильные дороги). Для большинства таблиц третья пара является обозначением фактического объекта. Например, SL_80_35_13 Carriageways (проезжие части). В таблицах Systems and Products пять уровней детализации: «Таблица», «Группа», «Подгруппа», «Раздел» и «Объект», например Ss_25_15_60_60 Pedestrian parapet systems (системы пешеходных ограждений).

Для упрощения работы с данными в таблицах Complexes, Entities, Spaces / Locations and Activities используется один и тот же набор групп. Например, транспортные комплексы находятся в группе Co_80 Transport complexes, транспортные объекты — в группе En_80 Transport entities.

Данные на последних уровнях размещены в алфавитном порядке.

Состав таблиц постоянно актуализируется, используемая система сортировки данных и широкий числовой диапазон на каждом уровне детализации позволяют при добавлении новых кодов ставить их на соответствующее место, а не в конец списка.

Применимость строительных классификаторов при ИМД

Основываясь на необходимости наличия в классификаторе для ИМД установленного перечня элементов, был проведён анализ состава таблиц Omniclass и Uniclass 2015. Результат представлен в табл. 3.

Как видно, оба классификатора, являясь общестроительными и подходящими для инфраструктуры, содержат в себе большую часть базовых элементов модели автомобильных дорог. Однако некоторые элементы моделей инфраструктурных объектов, например характеристики местности проектирования (рельеф, земельные участки и пр.), в них описаны недостаточно полно или совсем не описаны. В UniClass 2015 на данный момент они могут быть описаны нефизическими графическими элементами таблицы **Zz — CAD**: точками, надписями, контурами. Например, отсутствует объект «Придорожная полоса», но он может быть представлен разграничительной линией (Zz_50_10 Boundaries) (элементы чертежа ассоциируются с элементами модели). Но физические объекты для описания местности и в Omniclass, и в Uniclass отсутствуют.

Во многом этот факт определяется тем, что рассматриваемые системы классификации в настоящее время в основном используются и приспособлены для моделирования зданий, где характеристики протяжённых участков в пространстве не столь важны, как при моделировании дорог. Но, поскольку классификаторы являются расширяемыми и их структура позволяет внедрить в существующие таблицы недостающие элементы, можно сделать вывод об их применимости при информационном моделировании автомобильных дорог.

Заключение

На данный момент в вопросе выбора системы классификации при информационном моделировании дорог в России видится два пути: использовать существующие классификаторы и «не изобретать велосипед» или разрабатывать свою систему классификации.

Первый вариант является путём наименьшего сопротивления. Расширяя существующие классификаторы необходимыми элементами и основывая на них свои стандарты, отечественное информационное моделирование сможет плавно вклиниться в мировой BIM-процесс, не создавая дополнительных сложностей в обеспечении интероперабельности между моделями. С другой стороны, хоть и в целом принципы строительства в цивилизованных странах схожи, многие вопросы решаются по-разному. Предлагая включить в классификатор очередной код, обозначающий специфичный для нашей страны вид работ или услугу, вероятен конфликт интересов.

При выборе второго пути разработчики, обеспечивая принцип интероперабельности между моделями различных программных продуктов, неминуемо столкнутся с необходимостью поддержки существующих классификаторов. Для этого будет необходимо интегрировать в ПО референтные таблицы, что, в частности, уже и происходит при поддержке существующих классификаторов.

Также видится и третий путь, который возможен только при международной кооперации — разработка общемировой системы классификации для всех строительных секторов. Но в таком случае придётся привести к единообразию и соответствующие методики строительства, используемые материалы и строительные нормативы в целом. ■

Литература:

1. Король М.Г. BIM: информационное моделирование — цифровой век строительной отрасли // СтройМеталл. 2014. №39. С. 26–30.
2. International BIM report 2016. URL: <https://www.thenbs.com/-/media/uk/files/pdf/nbs-international-bim-report-2016.pdf?la=en> (дата обращения: 02.05.2017).
3. Баранник С.В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 24–28. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3
4. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–21. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.3
5. Скворцов А.В. BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.2
6. ISO 12006-2:2015. Building construction — Organization of information about construction works — Part 2: Framework for classification. — 2015. 23 p.
7. Скворцов А.В. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2
8. OmniClass // The OmniClass Construction Classification System tables. URL: <http://omniclass.org/> (дата обращения: 02.05.2017).
9. Classification — Technical Support — NBS BIM Toolkit. URL: <https://toolkit.thenbs.com/articles/classification> (дата обращения: 02.05.2017).
10. 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
11. Скворцов А.В. Стандарты обмена данными // Автомобильные дороги. 2015. №2. с. 84–89.
12. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным моделям // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. №1(4). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.4



О применении технологии информационного моделирования в транспортном строительстве Республики Казахстан

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.4

Антропов А.Н., АО «КазНИИСА», главный инженер проектов по транспортному строительству (г. Усть-Каменогорск)

Описывается текущее состояние дорожной сети Республики Казахстан и перспективы применения технологии информационного моделирования. Приводится опыт применения технологии информационного моделирования в транспортном строительстве Республики Казахстан.

С точки зрения географического положения Республика Казахстан занимает достаточно важную позицию. Территория, простирающаяся от Каспийского моря до Китайской Народной Республики, является серьёзным транспортным коридором. Однако такое выгодное на первый взгляд расположение, обеспечивающее большой потенциал для развития, имеет и другую сторону, сложившуюся исходя из исторических предпосылок.

Рассмотрим выборочно страны по показателям плотности населения и густоты сети дорог (табл. 1). Как видно из сравнения со странами-соседями, странами — членами Таможенного Союза, а также Германией и США (странами с крупнейшей экономикой в Европе и Северной Америке), Республика Казахстан, имея достаточно обширные территории (9-е место в мире) [1], занимает последние места по плотности населения [2] и густоте сети автомобильных дорог [3]. При этом экономика Казахстана по показателю ВВП на душу населения по списку МВФ [4] за 2015 г. занимает 61-е место в мире, обогнав

Российскую Федерацию (66-е место), Китай (74-е место), Республику Беларусь (81-е место), Узбекистан (133-е место), Киргизию (153-е место).

Объём грузоперевозок в Республике Казахстан за 2003–2010 гг. вырос с 1687,5 млн. тонн до 2439,4 млн. тонн (рост на 44,6%); объём пассажирских перевозок — с 8893,5 млн. человек до 13186,5 млн. человек (рост на 48,3%). На сухопутный транспорт (автомобильный, железнодорожный, трубопроводный) приходится более 80% грузоперевозок по весу [5].

Через Казахстан проходят пять международных автомобильных маршрутов, общей протяжённостью 23 тыс. км [6]:

1. Алма-Ата — Астана — Костанай (трасса М-36) с выходом на Челябинск;
2. Алма-Ата — Петропавловск с выходом на Омск;
3. Алма-Ата — Семей — Павлодар (трасса М-38) с выходом на Омск;
4. Алма-Ата — Шымкент (трасса А-2) с выходом на Ташкент;

Таблица 1. Сводная таблица сравнения густоты сети дорог и плотности населения

Страна	Территория, км ² (место в мире) [1]	Население, чел. (год, место в мире) [2]	Протяжённость автомобильных дорог, км (год, место в мире) [3]	Плотность населения, чел./км ² (место в данном сравнении)	Густота сети дорог, км/км ² (место в данном сравнении)
Республика Казахстан	2 724 902 (9)	17 753 200 (2016, 64)	97 418 (2012, 44)	6,515 (8)	0,036 (8)
Российская Федерация	17 125 191 (1)	146 544 710 (2016, 9)	1 396 000 (2014, 5)	8,557 (7)	0,082 (7)
Китай	9 598 962 (3)	1 379 062 000 (2016, 1)	4 460 000 (2015, 3)	143,668 (2)	0,465 (3)
Киргизия	198 500 (85)	6 008 600 (2015, 111)	18 500 (2003, 115)	30,270 (6)	0,093 (6)
Узбекистан	447 400 (56)	31 807 000 (2016, 42)	183 496 (2014, 29)	71,093 (3)	0,410 (5)
Белоруссия	207 600 (84)	9 498 400 (2016, 92)	94 797 (2014, 50)	45,753 (4)	0,457 (4)
Германия	357 021 (62)	82 162 000 (2016, 16)	644 480 (2013, 11)	230,132 (1)	1,805 (1)
США	9 519 431 (4)	324 097 000 (2016, 3)	6 586 610 (2013, 1)	34,046 (5)	0,692 (2)

5. Шымкент — Актобе — Уральск (трасса М-32) с выходом на Самару.

На сегодняшний день ведётся строительство участка транснационального транспортного коридора Западная Европа — Западный Китай, проходящего через территорию Казахстана. От границы Российской Федерации до г. Кызылорды проходит дорога II категории, от г. Кызылорды до границы с Китаем — дорога I категории. Полное завершение работ на территории Казахстана ожидается в 2016 году [7].

Все приведённые выше особенности нашли своё отражение в стратегии «Казахстан-2050»: «...Инфраструктура должна расширять возможности экономического роста. Развивать инфраструктуру необходимо в двух направлениях: интегрировать национальную экономику в глобальную среду, а также двигаться в регионы внутри страны. Мы должны развивать наш транзитный потенциал. Сегодня реализуется ряд крупных общенациональных инфраструктурных проектов, результатом которых должно стать увеличение транзитных перевозок через Казахстан к 2020 г. в два раза. К 2050 г. эта цифра должна увеличиться в 10 раз. Внутри страны мы должны создавать «инфраструктурные цен-

тры» для «покрытия» удалённых регионов или регионов с недостаточной плотностью населения жизненно важными и экономически необходимыми объектами инфраструктуры. Для этого необходимо обеспечить создание опережающей инфраструктуры транспортной системы» [8].

При этом большое количество дорог Республики Казахстан требует ремонта или реконструкции, чтобы их технические и транспортно-эксплуатационные показатели соответствовали современным требованиям. Для примера на рис. 1 представлены фотографии текущего состояния участков автомобильной дороги Усть-Каменогорск — Шемонаиха. На данной дороге отмечены различные формы деформаций и разрушений земляного полотна и дорожной одежды. На приведённых фотографиях заметны отдельные выбоины, ярко выраженная колеиность, проломы, сетки трещин, образовавшиеся в процессе эксплуатации по разным причинам [9]. Стоит отметить, что данная дорога выходит к границе с Российской Федерацией — в районе с. Михайловка со стороны Российской Федерации, контрольно-пропускной пункт Убе.

При всех описанных факторах на сегодняшний день Казахстан нуждается

в качественно новом подходе к проектированию, строительству, эксплуатации автомобильных дорог и формированию современной транспортной инфраструктуры.

Каркасом для поставленных задач может стать технология информационного моделирования — BIM. В.В. Талапов в своей работе [10] дал определение BIM: «Информационное моделирование зданий (от англ. Building Information Modeling), сокращённо BIM — это процесс, в результате которого формируется информационная модель здания...».

В срезе инфраструктурного строительства, касающегося как автомобильных дорог, так и другого строительства линейных объектов и сооружений на них, а также градостроительства, генеральных планов гражданских, промышленных зданий и сооружений, дополним данное определение: BIM — это процесс моделирования зданий и сооружений различного назначения, результатом которого является информационно наполненная модель, предназначенная для строительства, эксплуатации, содержания объекта — формирования его жизненного цикла.

BIM может применяться не только на этапе нового проектирования, но



Рис. 1. Состояние автомобильной дороги Усть-Каменогорск — Шемонаиха, Восточно-Казахстанская область, сентябрь 2016 г.

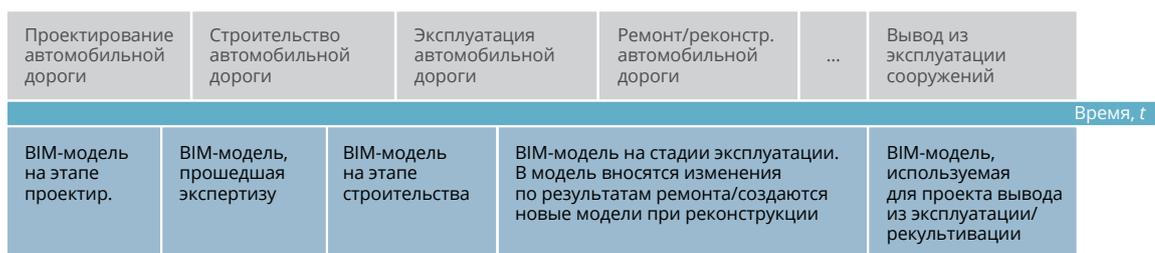


Рис. 2. Жизненный цикл проектируемой автомобильной дороги

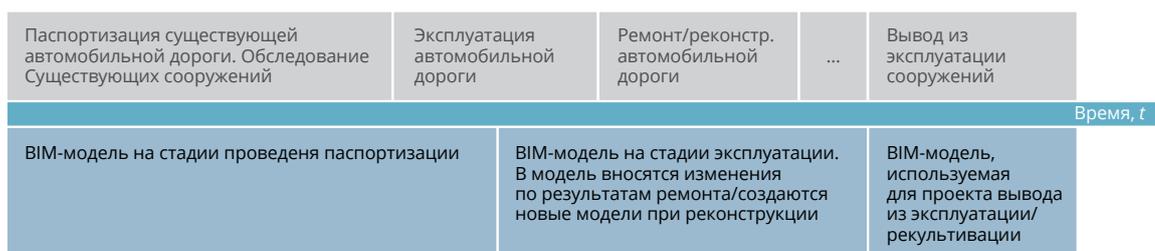


Рис. 3. Жизненный цикл существующей автомобильной дороги

и на этапе эксплуатации и вывода из эксплуатации сооружений, т.е. на любом этапе жизненного цикла. Упрощённо этот процесс показан на рис. 2–3 [11].

Что же из себя представляет процесс информационного моделирования? Укрупнённо его можно описать следующими этапами.

1. Создание ЦММ (цифровой модели местности). Сюда вносятся данные о рельефе и существующей ситуации на основании инженерно-геодезических изысканий, геологическая модель на основании инженерно-геологических изысканий, данные кадастра.
2. Создание ЦМП (цифровой модели проекта) для проектной модели — на данном этапе моделируется сооружение с различными уровнями наполнения.
3. Редактирование проектной модели по результатам замечаний экспертизы. По материалам проектной документации начинается строительство сооружения.
4. Окончание строительства, начало эксплуатации сооружения. Корректировка проектной модели по результатам строительства — строительная модель.
5. Далее в процессе эксплуатации сооружения, проведения ремонтов и реконструкций строительная модель корректируется до эксплуатационной модели.
6. Вывод сооружения из эксплуатации — на основании эксплуатационной модели разрабатывается проект по выводу из эксплуатации с созданием новой модели, соответствующей новым реалиям.

Стоит отметить, что перечисленные пункты на фоне продолжительности эксплуатации автомобильных дорог во времени являются весь-

ма приближёнными и укрупнёнными. Данный перечень соответствует проектированию новой автомобильной дороги. Отличие от содержания существующих сооружений лишь в необходимости проведения паспортизации дороги и обследования существующих сооружений. Наполнение проекта [10] зависит от стадии проектирования, различного рода природных, социальных и прочих процессов, а также от требований заказчика.

Чем же выгодно внедрение новой, столь объёмной технологии в отрасли? Можно выделить основные пункты.

1. Безусловно, время проектирования. Ускорение процесса проектирования составляет 30–40% [10]. Внедрение облачных технологий хранения данных способствует более гибким условиям проектирования, согласования, утверждения. Также ускоряется и становится легче прохождение экспертизы проекта. Ускоряется решение технических вопросов, связанных с эксплуатацией сооружения.
2. Внедрение новых технологий инженерных изысканий, таких как лазерное сканирование местности при инженерно-геодезических изысканиях, георадиолокация при инженерно-геологических изысканиях. На основании использования указанных технологий возможно проведение научных изысканий [12] в автодорожной отрасли.
3. Внедрение новых технологий в строительстве и эксплуатации, таких как, например, технология управления строительной техникой, которая работает на базе данных из информационной модели [13]. Фотографии дорожно-строительной техники представлены на рис. 4–6.



Рис. 4. Роботизированный тахеометр Leica для управления автогрейдером. Новосибирская область, август 2016 г.



Рис. 5. Автогрейдер Caterpillar, управляемый с помощью роботизированного тахеометра. Новосибирская область, август 2016 г.



Рис 6. Бульдозер Komatsu, управляемый с помощью GPS-навигации. Новосибирская область, август 2016 г.

4. Более детальный учёт происшествий и планирование мероприятий по организации безопасности дорожного движения на участке.
5. Информационная модель сооружений может использоваться для принятия взвешенных архитектурных и градостроительных решений при реконструкции транспортных систем населённых пунктов. Модель позволяет управлять социальными, экономическими, транспортными данными и их изменениями во времени. Тем самым прогноз развития населённых пунктов становится более реальным, снижается риск ошибок в принятии решений, управление городской средой становится более взвешенным.

На каком этапе развития находится BIM на сегодняшний день? Технология активно внедряется и развивается в мире.

1. Великобритания: железная дорога Crossrail длиной 136 км в Лондоне [10].
2. Китай: стадион Птичье гнездо для Олимпийских Игр в 2008 г. в Пекине [10].
3. Российская Федерация: издан Приказ от 29.12.2014 г. «Об утверждении плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» за подписью министра строительства и ЖКХ Российской Федерации М.А. Меня. На разных стадиях выполнения находятся несколько проектов, касающихся автомобильных дорог и сооружений на них, выполняемых с помощью технологии информационного моделирования [14]. В 2014 г. было принято решение о проведении пилотных проектов по рассмотрению проектной документации, подготовлен-

ной с помощью BIM технологии в ГАУ «Мосгосэкспертиза», — первый российский опыт работы экспертизы с информационными моделями [15].

4. Республика Казахстан: в структуре АО «КазНИИСА» организован Центр информационного моделирования, занимающийся разработкой проектов, стандартов и прочих услуг в области информационного моделирования [16]. Разрабатывается Концепция применения информационного моделирования в строительной отрасли Республики Казахстан.

Процесс внедрения информационного моделирования в Республике Казахстан на сегодняшний день сталкивается с определёнными трудностями [17], основные из которых приведены ниже.

1. Трудности организационного характера, связанные с рабочими процессами в проектных организациях.

2. Трудности, связанные с обучением как студентов, так и практикующего инженерно-технического состава.
3. Отсутствие нормативной документации, стандартов. Существующая документация во многом ориентирована на классические методы проектирования.
4. Внедрение и использование специализированного программного обеспечения, его взаимодействие между собой [18]. Особенно это касается взаимодействия информационной модели и программного обеспечения для составления смет — в данном направлении работы предстоит ещё очень много. Также важен вопрос об обмене информационными моделями между программными продуктами. Для этого существует формат IFC (Industry Foundation Classes [19]). На сегодняшний день формат имеет спецификацию IFC4 и на достаточном уровне проработан для использования в области проектирования зданий и сооружений. Для проектов автомобильных дорог формат проработан пока только на уровне описания плана и продольного профиля трассы. Ведётся дальнейшая работа по развитию IFC для автомобильных дорог [20].
5. Необходимо внедрение технологии при инженерных изысканиях для получения подробных объёмных информационных моделей местности, геологических моделей. На сегодняшний день данные работы представляются в «классическом» виде — на планшетах, сечениями, что порождает необходимость их обработки и приведения к информационной модели.
6. Психологический фактор — инерционность в мышлении и принятии решений как среди инженерно-технического, так и среди руководящего состава. Отмечается слабая информированность специалистов и непонимание причин и необходимости скорейшего внедрения новых технологий в области проектирования и формирования жизненного цикла транспортных сооружений.

На рис. 7 приведены примеры презентационной графики проекта автомобильной дороги, выполненного с помощью технологии информационного моделирования. На рис. 8 представлен пример участка транспортной развязки. При выполнении данного проекта проведены следующие основные работы.

1. Сформирована информационная модель автомобильной дороги: земляного полотна, дорожной одежды, обстановки пути, водопропускных сооружений.
2. Из готовой модели сформирована графическая часть проекта (чертежи), дополненные всей необходимой для строительства информацией: различного рода ведомостями,

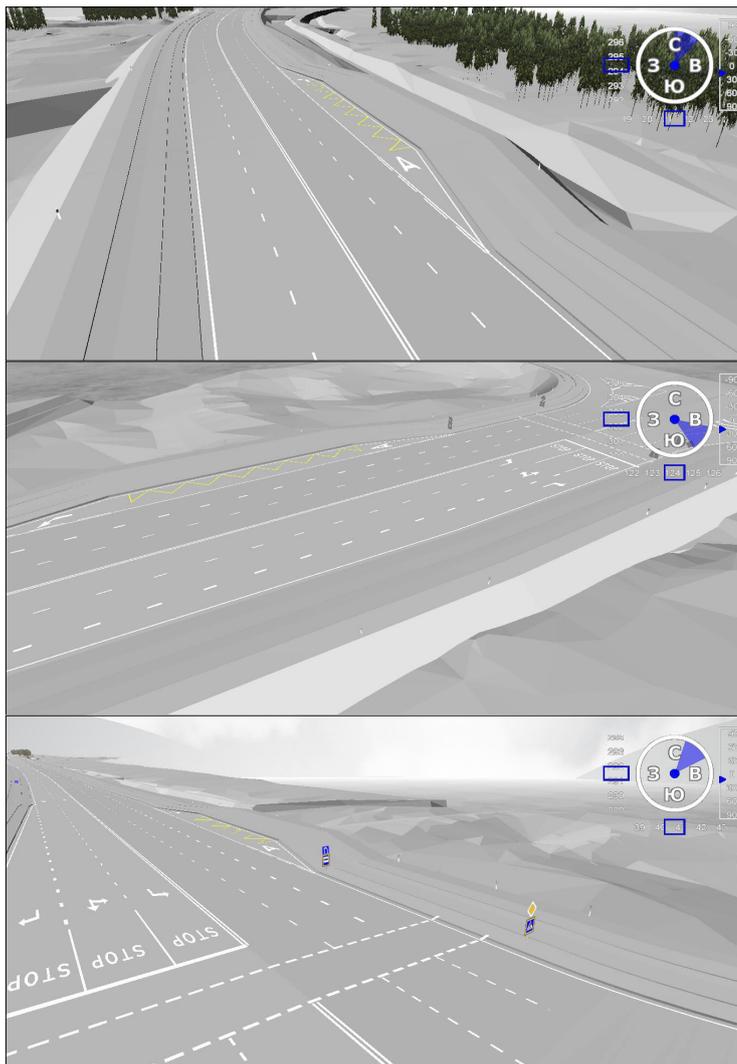


Рис. 7. Примеры участков автомобильной дороги, выполненной с помощью технологии информационного моделирования. Презентационная графика, 2015 г.

таблицами, графиками; сформированными ведомостями объёмов работ.

3. Из модели сформированы базы данных для управления строительной техникой.
4. Представлены видео- и графические материалы для визуальной оценки проектных решений.
5. Модель послужила основой для социальных, экономических и транспортных исследований района строительства и построения дальнейших прогнозов развития района.

Несколько слов о программном обеспечении, позволяющем использовать возможности информационного моделирования в процессе проектирования и строительства транспортных объектов. Наибольшего развития в этом вопросе достигли западные компании, но стоит отметить и разработчиков из СНГ, достигших достаточно высоких результатов за короткий срок.

1. Компания Autodesk, США. Разработчик большого количества программных про-

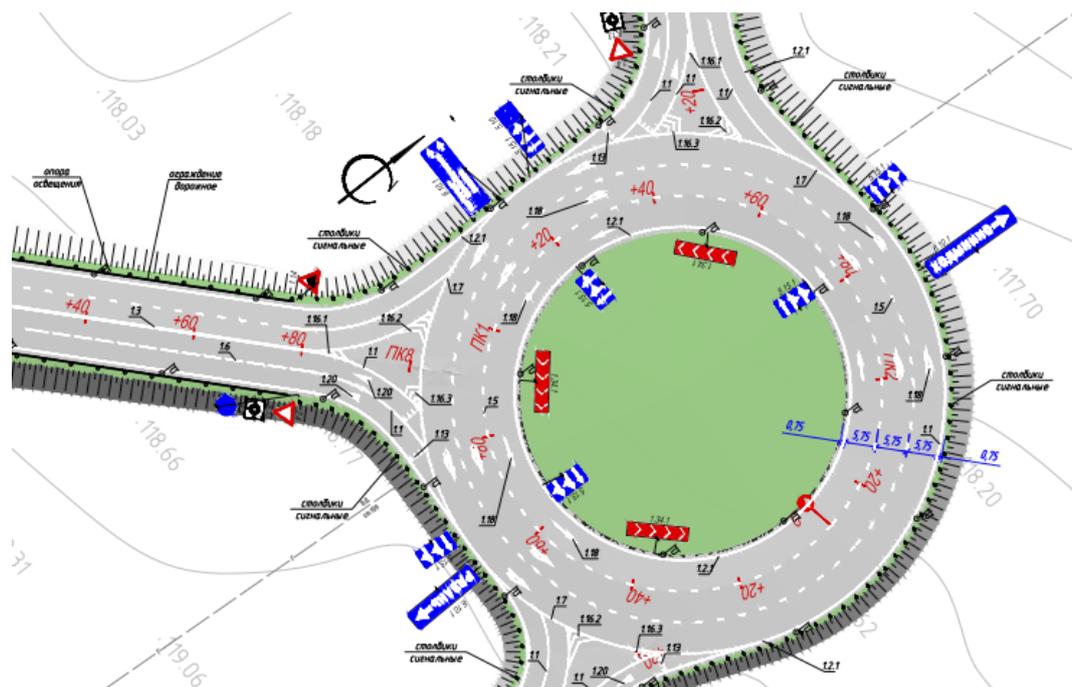


Рис. 8. Пример участка транспортной развязки, выполненной с помощью технологии информационного моделирования, 2015 г.

- дуктов для реализации технологии информационного моделирования, таких как Autodesk Civil 3D, Autodesk Revit, Autodesk Navisworks и пр. [21].
2. Компания Bentley, США. Разработчик достаточно интересных продуктов для реализации технологии информационного моделирования в области инфраструктуры и промышленного строительства: Power InRoads, MXROAD, RM Bridge, OpenBridge Modeler, Power Rail Track и пр. [22].
 3. Компания «Индорсофт», Россия, г. Томск. Разработчик широкого спектра продуктов для реализации проектирования и управления жизненным циклом транспортных сооружений с помощью технологии информационного моделирования: IndorCAD/Road, IndorPavement, IndorTrafficPlan, IndorCulvert; IndorRoad, IndorIntensity, IndorMap [23].
 4. Научно-производственная фирма «Топоматик», Россия, г. Санкт-Петербург. Достаточно известные и зарекомендовавшие себя решения для проектирования автомобильных дорог: Топоматик Robur — Автомобильные дороги, Топоматик Robur — Железные дороги, Топоматик Robur — Дорожная одежда, Топоматик Robur — Искусственные сооружения [24].
 5. Компания «Кредо-Диалог», Республика Беларусь, г. Минск. Один из старейших разработчиков программного обеспечения для проектирования транспортных сооружений: CREDO ДОРОГИ, в состав которой могут быть включены CREDO СЪЕЗДЫ,

CREDO ОСАДКА, ОЦЕНКА ДОРОГИ и ВИЗУАЛИЗАЦИЯ, а также программы CREDO РАДОН, CREDO ДИСЛОКАЦИЯ, ZNAK, ГРИС, МОРФОСТВОР, ОТКОС [25].

Основываясь на перечисленных выше фактах, принимая во внимание трудности, с которыми можно столкнуться, автор полагает, что внедрение информационного моделирования (BIM) в транспортном строительстве является как никогда актуальным. Этому способствует сегодняшнее состояние экономики, которой необходим толчок в инновационном развитии, темпы развития Республики, а также вызовы, предъявляемые к научному и технологическому потенциалу извне. Информационное моделирование как практика, доказавшая свою жизнеспособность в мире, должно занять своё место в дальнейшем развитии автодорожной и градостроительной отраслей и способствовать общему экономическому росту Республики Казахстан. Используя большой потенциал, который предоставляют данные информационной модели сооружения — а мы сейчас уже говорим о пресловутой «виртуальной реальности», — можно прогнозировать, что переход на технологию информационного моделирования позволит более качественно, быстро и технологично воплощать инновационные проекты программы «Нурлы Жол — Центр — Юг», «Центр — Запад», «Актобе — Атырау — Астрахань», «Бейнеу — Актау — Жанаозен», «Узынагаш — Отар» [26]. Воплощение данных проектов с помощью технологии информационного моделирования послужит прекрасной основой для развития современной дорожной науки

на базе НИИ и технических вузов Казахстана. А управление жизненным циклом сооружений позволит наиболее качественно их эксплуатировать. ■

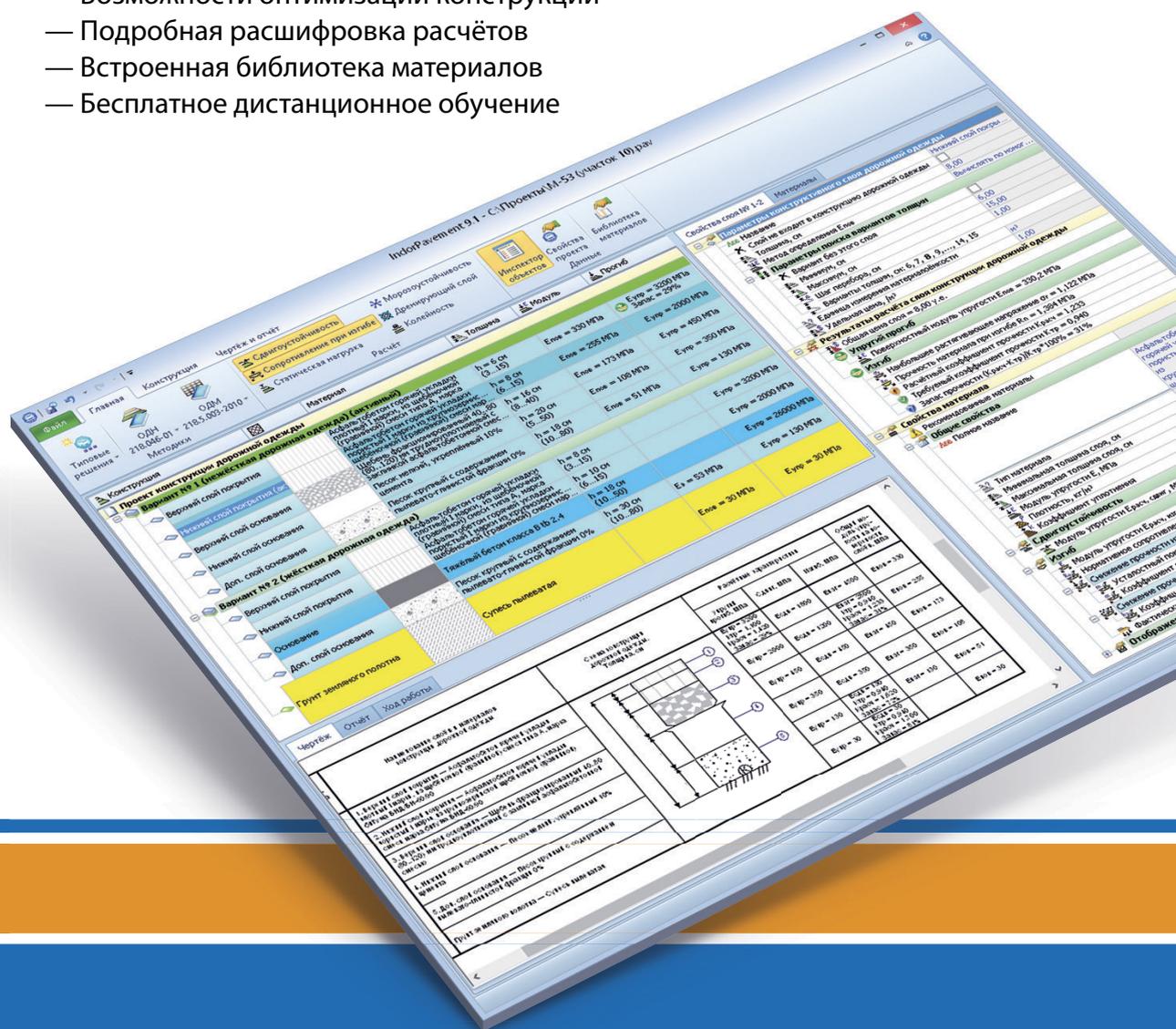
Литература:

1. Список государств и зависимых территорий по площади // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_государств_и_зависимых_территорий_по_площади (дата обращения: 15.06.2017).
2. Список стран по населению // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_населению (дата обращения: 15.06.2017).
3. Список стран по длине автомобильных дорог // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_длине_сети_автомобильных_дорог (дата обращения: 15.06.2017).
4. Список стран по ВВП (номинал) на душу населения // Википедия — свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_\(номинал\)_на_душу_населения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_стран_по_ВВП_(номинал)_на_душу_населения) (дата обращения: 15.06.2017).
5. Можарова В.В. Транспорт в Казахстане: современная ситуация, проблемы и перспективы развития. Алматы: КИСИ при Президенте РК, 2011. 216 с.
6. Автомобильные дороги Казахстана // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильные_дороги_Казахстана (дата обращения: 15.06.2017).
7. Западная Европа — Западный Китай // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Западная_Европа_—_Западный_Китай (дата обращения: 15.06.2017).
8. Послание Президента Республики Казахстан — Лидера Нации Н.А. Назарбаева Народу Казахстана «Стратегия «Казахстан-2050»: новый политический курс состоявшегося государства. Астана: Акорда, 2012.
9. Справочная энциклопедия дорожника. Т. II. Ремонт и содержание автомобильных дорог / Васильев А.П. [и др.]. М.: Транспорт, 1989.
10. Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
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. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.1
12. Сарычев Д.С. Мобильное лазерное сканирование // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 36–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.8
13. Гулин В.Н. Цифровые модели для систем управления дорожно-строительными машинами // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 56–59. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.6
14. Бойков В.Н., Неретин А.А., Скворцов А.В. Апробирование информационных моделей дорог на стадии реализации проектов // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.5
15. Бенклян С.Э. Применение BIM моделей для экспертизы строительных проектов. Зарубежная практика. Первый российский опыт. Материалы семинара «Расчет и проектирование конструкций в среде SCAD Office 21», 22–23 апреля 2015 г. URL: http://scadsoft.com/download/2015Msk/7_Benklyanin_Primerenie_BIM_modeley.pdf (дата обращения: 15.06.2017).
16. Центр информационного моделирования // КазНИИИСА. URL: <http://www.kazniisa.kz/index.php/2016-06-07-09-10-15/2016-07-14-04-22-58> (дата обращения: 15.06.2017).
17. Скворцов А.В. Трудности перехода от автоматизированного проектирования к информационному моделированию дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 4–12. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.1
18. АСКОН и «1С» будут вместе создавать российские ТИМ/ BIM решения // Фирма «1С». URL: <http://1c.ru/news/pressrelise.jsp?id=1783> (дата обращения: 15.06.2017).
19. Industry Foundation Classes // Википедия — свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Industry_Foundation_Classes (дата обращения: 15.06.2017).
20. ИндорСофт принял участие в саммите по BIM в Южной Корее // Официальный сайт компании «ИндорСофт». URL: <http://indorsoft.ru/about/news/52841/> (дата обращения: 15.06.2017).
21. Продукты // Официальный сайт компании Autodesk. URL: <http://www.autodesk.ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
22. Решения для специалистов в области инфраструктуры // Официальный сайт компании Bentley. URL: <https://www.bentley.com/ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
23. Обзор программных продуктов // Официальный сайт компании «ИндорСофт». URL: <http://indorsoft.ru/products/index.php> (дата обращения: 15.06.2017).
24. Каталог продуктов и услуг // Официальный сайт НПФ «Топоматик». URL: <http://www.topomatic.ru/products> (дата обращения: 15.06.2017).
25. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС CREDO // Сайт консорциума «Кредо-Диалог». URL: <http://кредо-диалог.рф/produkty.html> (дата обращения: 15.06.2017).
26. Проекты «НУРЛЫ ЖОЛ» // Западная Европа — Западный Китай. Международный транзитный коридор. URL: <http://www.europe-china.kz/nurly-zhol> (дата обращения: 15.06.2017).



Проектируйте дорожные одежды в IndorPavement

- Поддержка всех основных методик и стандартов
- Встроенный альбом типовых конструкций
- Возможности оптимизации конструкций
- Подробная расшифровка расчётов
- Встроенная библиотека материалов
- Бесплатное дистанционное обучение



Реклама

- ОДН 218.046–01, МОДН 2–2001, ВСН 46–83 — расчёт нежёстких дорожных одежд на прогиб, изгиб, сдвиг, морозоустойчивость, дренаж.
- Методические рекомендации по проектированию жёстких дорожных одежд.
- СН РК 3.03–19–2006, СН РК 3.03–34–2006 — расчёт жёстких и нежёстких дорожных одежд для Казахстана.
- ОДН 218.1.052–2002 — расчёт усиления нежёстких дорожных одежд.
- Рекомендации по выявлению и устранению колеи на нежёстких дорожных одеждах.
- Рекомендации по проектированию городских улиц и дорог.
- ОДМ 218.5.001–2009, ОДМ 218.5.002–2008, ОДМ 218.5.003–2010, ОДМ 218.3.032–2013 — расчёт с учётом армирующих, дренающих и объёмных геосинтетических материалов.

Системы для проектирования освещения автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.5

Райкова Л.С., системный аналитик ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Медведев В.И., заместитель технического директора ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Приводится обзор современных автоматизированных систем, позволяющих выполнять расчёт параметров освещения автомобильных дорог. Рассматриваются как специализированные светотехнические комплексы, так и САПР автомобильных дорог, предназначенные для создания комплексной трёхмерной модели автомобильной дороги. Рассматривается новый модуль по расчёту освещения, реализованный в составе системы проектирования автомобильных дорог IndorCAD.



Введение

Количество визуальной информации, которая воспринимается водителем на дороге, напрямую влияет на принятие им адекватных решений при изменении дорожно-транспортной ситуации. Организация достаточного, но не доставляющего зрительного дискомфорта освещения проезжей части, пешеходных переходов и тротуаров позволяет существенно повысить безопасность всех участников дорожного движения и сократить число ДТП с пострадавшими в среднем на 25% по сравнению с исходным уровнем [1].

Очевидно, что проектирование освещения является важной частью работ по созданию проекта автомобильной дороги. В данной статье мы рассмотрим основные системы для расчёта дорожного освещения и познакомимся с возможностями современных САПР автомобильных дорог по проектированию освещения и расчёту его нормируемых параметров.

Немного теории

Искусственное освещение подразделяется на внутреннее (освещение жилых, производственных и прочих помещений) и наружное (освещение объектов, находящихся вне зданий и их окружения). В свою очередь, наружное освещение подразделяют на утилитарное, архитектурное, ландшафтное, рекламное, спортивное, производственное и охранное [2].

Под утилитарным наружным освещением понимается стационарное освещение, обеспечивающее безопасное и комфортное движение транспортных средств и пешеходов на дорогах, улицах и в пешеходных зонах в тёмное время суток. Задача дорожного освещения сводится к тому, чтобы обеспечить видимость находящихся на дороге объектов, не вызывая при этом дискомфорта у водителя из-за слишком яркого, слепящего света.

Дорожное освещение — самая ответственная и регламентированная область светотехники. От того, как освещены дороги и пешеходные переходы, зависит безопасность дорожного движе-

ния [3], поэтому в нашей стране предусмотрено достаточно большое количество нормативных документов, определяющих классификацию автомобильных дорог и допустимые значения параметров их освещения: ГОСТ Р 55706–2013, СП 52.13330.2011 (актуализированный СНиП), ГОСТ Р 54305–2011.

Рассмотрим, что из себя представляют основные нормируемые параметры освещения дорог и на что они влияют.

- **Средняя яркость дорожного покрытия $L_{ср}$** — это средневзвешенная по площади яркость (т.е. величина светового потока) сухого дорожного покрытия в направлении глаз наблюдателя, находящегося на оси проезжей части дороги; значение этого параметра влияет на зрительную работу водителя.
- **Общая равномерность яркости U_0** также влияет на зрительную работу и представляет собой отношение минимальной яркости дорожного покрытия к его средней яркости.
- **Продольная равномерность яркости $U_{п}$** — измеряемое вдоль оси каждой из полос дороги отношение минимальной яркости дорожного покрытия к его максимальной яркости; влияет на зрительный комфорт.
- **Пороговое приращение яркости TI** требуется для ограничения слепящей блёскости, создаваемой осветительной установкой (т.е. явления, при котором уменьшается способность видеть детали или объекты из-за неблагоприятного распределения уровня яркости или экстремальных контрастов); влияет на зрительный комфорт.
- **Освещённость дороги E** — отношение светового потока, падающего на элемент поверхности, который содержит рассматриваемую точку, к площади этого элемента; влияет на зрительную работу.

Следует отметить, что для городских и загородных автомобильных дорог разработаны отдельные нормативные документы [3]. Освещение первых регламентируется ГОСТ Р 55706–2013 [4] и СП 52.13330.2011 (актуализированный СНиП) [5], вторых — ГОСТ Р 54305–2011 [6]. В нормативных документах для городских дорог основные нормируемые параметры — это средняя яркость дорожного покрытия, полная и продольная равномерность яркости. Эти параметры имеют более высокий приоритет над показателями освещённости. В нормах для загородных автомобильных дорог, наоборот, действует приоритет освещённости.

Основное различие между освещённостью и яркостью состоит в том, что освещённость не зависит от положения наблюдателя и не несёт информации о том, как свет взаимодействует с окружающим пространством (отражается, поглощается и пр.), в то время как яркость зависит от линии наблюдения и отражающих свойств поверхности в этом направлении.



Рис. 1. 3D-визуализация освещения тоннеля в системе 3Ds Max

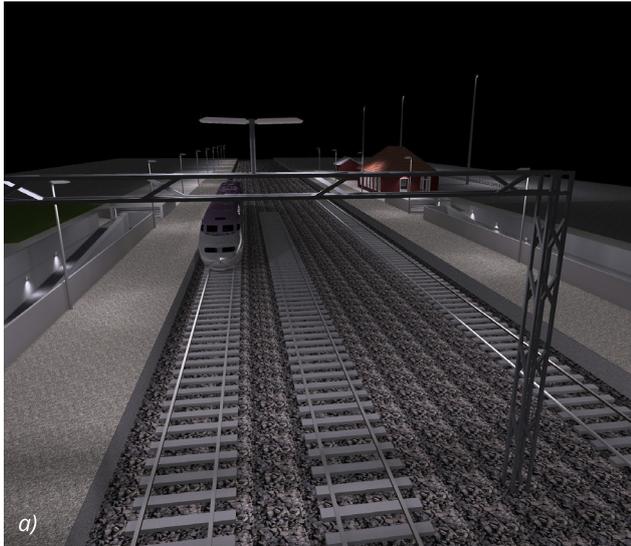


Рис. 2. Реалистичные трёхмерные модели для расчёта утилитарного и архитектурного освещения, созданные с помощью светотехнических комплексов: а) освещение железнодорожной станции в системе DIALux; б) освещение парковки в системе Relux

Решения для расчёта освещения

В настоящее время на рынке представлен широкий выбор программных продуктов, которые в той или иной степени могут использоваться при проектировании объектов освещения. Всё разнообразие светотехнических программ можно условно разделить на четыре группы [7].

1. К первой группе относятся системы и модули, используемые для моделирования и фотореалистичной визуализации трёхмерных сцен: 3ds Max (Autodesk, США) (рис. 1), RenderMan (Pixar, США), Brazil r/s (SplutterFish, США), V-Ray (Chaos Group, Болгария), finalRender (Cebas, Германия), Maxwell Render (Next Limit Technologies, Испания),

Arnold (Solid Angle, Испания). В таких системах возможно два подхода: фотореалистичный и нефотореалистичный. Фотореалистичные алгоритмы базируются на методах глобального освещения, что позволяет наиболее полно описать исходные данные проекта, включая светораспределение световых приборов, оптические и колориметрические свойства участвующих в перераспределении света поверхностей, их текстуры, дополнительные элементы сцены (мебель, деревья и пр.) с учётом их затенения и экранирования. При оценке результатов работы таких программ на первое место выступают эстетические требования. Создание сцены и её визуа-

лизация в таких программах, как правило, требуют много времени и сил.

2. Во вторую группу входят специализированные программные комплексы, предназначенные для моделирования освещения и выполнения светотехнических расчётов: Relux (Informatik AG, Швейцария), DIALux (DIAL GmbH, Германия), Light-in-Night Road (НПСР «Светосервис», Москва), CalcuLux (Philips, Нидерланды). Основная задача таких программ — выполнение проектов, в которых требуется расчёт нормируемых параметров освещения и анализ их соответствия нормативным требованиям. По результатам расчёта выводится отчёт с двумерными графиками изолукс, таблицами вычисленных значений, характеристиками используемых световых приборов и пр. На основании такого отчёта инженер может сделать выводы об удовлетворительности принятых проектных решений. Следует заметить, что визуализация трёхмерных сцен в таких системах также возможна и при использовании различных текстур даёт очень реалистичное изображение (рис. 2). Тем не менее трёхмерная визуализация используется в основном как дополнительное средство контроля правильности расположения и ориентации световых приборов.
3. В третью группу можно отнести крупные САПР, такие как

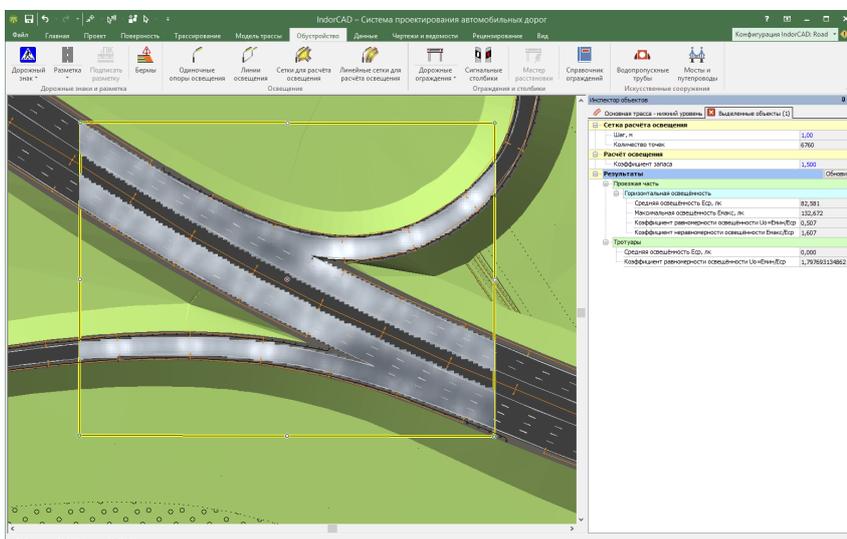


Рис. 3. Расчёт освещения автомобильной дороги в системе IndorCAD

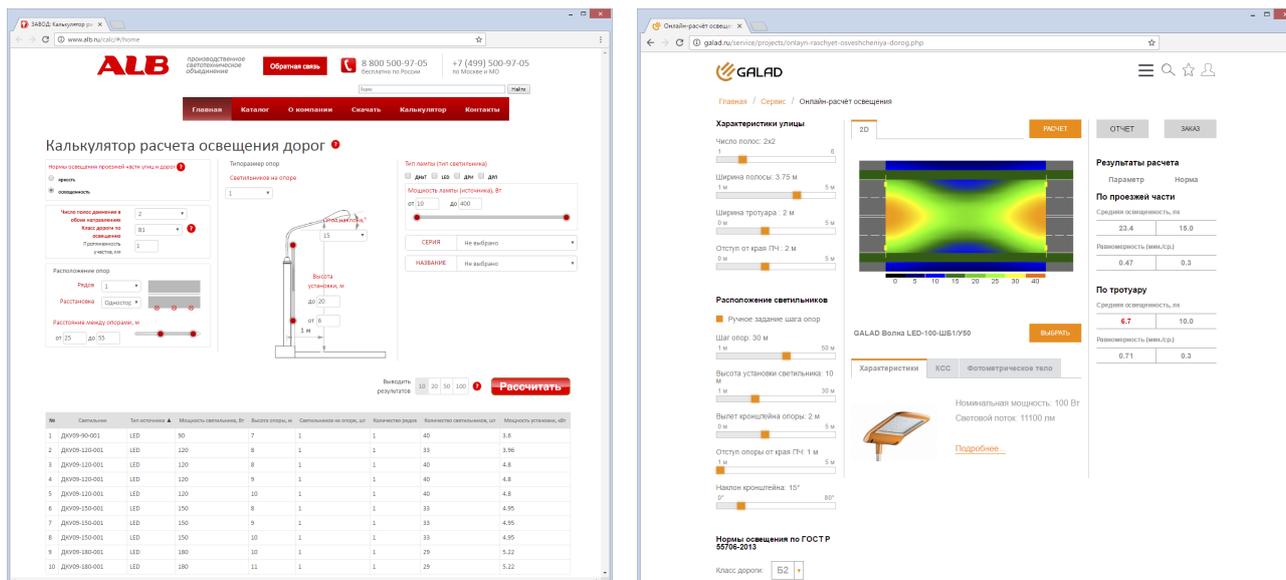


Рис. 4. Онлайн-калькуляторы для расчёта освещения автомобильных дорог

AutoCAD, Revit (Autodesk, США), ArchiCAD (Graphisoft, Венгрия), Компас 3D (АСКОН, г. Санкт-Петербург), IndorCAD (ИндорСофт, г. Томск) (рис. 3), не являющиеся светотехническими, но обеспечивающие возможность моделирования и расчёта параметров освещения с реальными световыми приборами.

- К четвёртой группе относятся программы, с помощью которых можно быстро выполнить простые расчёты внутреннего и наружного освещения. Как правило, это онлайн-калькуляторы (рис. 4) и мобильные версии светотехнических программ, например, онлайн-калькулятор и мобильное приложение Light-in-Night Road (НИСП «Светосервис», Москва), онлайн-сервис «Калькулятор освещения дорог» (Производственное светотехническое объединение «ALB», Москва), мобильное приложение Lighting Calculations (Ettore Gallina, Италия) и т.д.

Для расчёта утилитарного освещения чаще всего применяются программы из второй группы (т.е. специализированные светотехнические комплексы). Именно они используются, когда на первое место ставится светотехническая часть проекта и необходимо обосновать принятое проектное решение. ОДМ 218.8.007-2016 «Методические рекомендации по проектированию искусственного освещения автомобильных дорог общего пользования» для выполнения таких расчётов рекомендует использовать системы DIALux и Light-in-Night Road [8] — отчёты, сформированные в этих системах, принимаются экспертизой.

При создании комплексных проектов нового строительства или реконструкции автомобильной дороги может быть оправдано создание

При создании комплексных проектов нового строительства или реконструкции автомобильной дороги может быть оправдано создание объектов освещения непосредственно в проекте дороги наряду с инженерным обустройством

объектов освещения непосредственно в проекте дороги наряду с инженерным обустройством. Выполнение светотехнических расчётов в таком случае позволит выбрать оптимальное размещение объектов освещения, подобрать расстояние между опорами освещения, выбрать тип осветительных приборов, опор и пр.

Далее мы рассмотрим характерные особенности некоторых наиболее популярных программных комплексов, которые используются инженерами для расчёта параметров утилитарного освещения: DIALux, Relux и Light-in-Night Road, а также рассмотрим возможности САПР автомобильных дорог IndorCAD по проектированию освещения и расчёту нормированных параметров.

DIALux

Очень популярной среди российских проектировщиков является система DIALux (DIAL GmbH, Германия). Это мощный комплекс, позволяющий проектировать как наружное, так и внутреннее освещение, вычислять параметры освещения и определять, насколько они удовлетворяют принятым нормам [9]. По результатам расчёта возможно формирование отчёта, который пользователь может настроить по своему усмотрению, включив только необходимую ему информацию.

Благодаря простоте использования, гибким настройкам (в том числе возможности настроить систему под российские стандарты) и возмож-

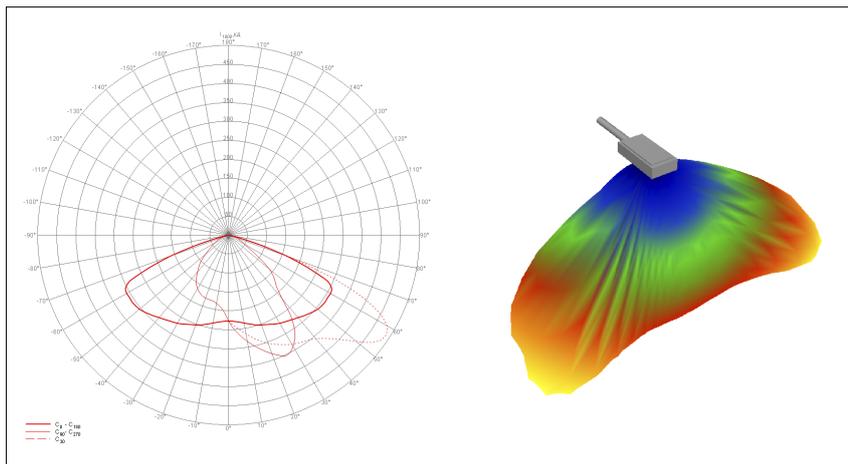


Рис. 5. Графическое отображение в трёх плоскостях кривой силы света и фотометрического тела светового прибора

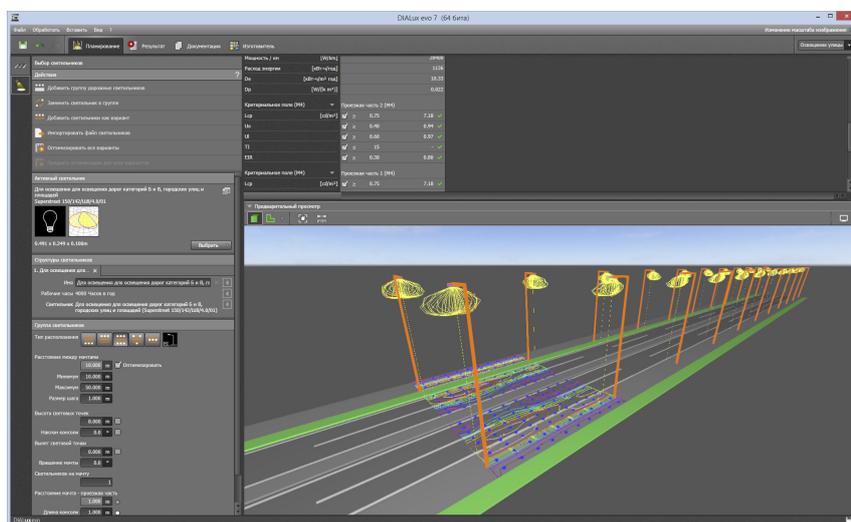


Рис. 6. Главное окно системы DIALux

ности формирования подробного отчёта с результатами расчётов система DIALux получила широкое применение в том числе и как средство проектирования утилитарного освещения. Кроме того, она является бесплатной и доступна для свободного скачивания с сайта компании-разработчика.

DIALux позволяет загружать файлы с фотометрическими данными световых приборов в различных форматах, в том числе в формате IES. Это стандартизированный формат данных [10], содержащий всю необходимую для выполнения расчётов информацию о световом приборе: характеристики светильника, информацию об источнике света, кривую силы света (рис. 5) и пр.

Система позволяет легко создать модель дороги, задав её основные характеристики (количество полос, их

ширину, тип покрытия и пр.) и сразу же рассчитать необходимые параметры освещённости (рис. 6). После выполнения расчётов в модель можно добавить дополнительные источники света, после чего программа вносит соответствующие корректировки в результат, вместо того чтобы заново пересчитывать все параметры.

Однако быстро в системе можно создать и рассчитать только модель прямого участка дороги. Если необходим расчёт освещения, например, на развязке, то модель либо создаётся проектировщиком в виде произвольной 3D-сцены, что требует некоторых навыков 3D-моделирования, либо формируется в сторонней системе и загружается в программу в формате DWG. Такой подход, с одной стороны, позволяет использовать уже готовую

модель дороги (если она существует), а с другой (если её нет) — может потребовать дополнительных временных затрат.

Примечательно, что компания DIAL сотрудничает с консорциумом buildingSmart и участвует в разработке стандартов на осветительные приборы и методик расчёта параметров освещения. Компания активно поддерживает концепцию информационного моделирования (BIM) и реализует её в своём ПО [11]. Так, в новой версии программного комплекса DIALux evo 7, вышедшей в начале 2017 года, появилась возможность импорта в систему трёхмерных моделей в формате IFC. Это серьёзный шаг в развитии interoperability системы.

Relux

Система Relux (Informatik AG, Швейцария) не так популярна среди российских инженеров-светотехников, как DIALux, однако также довольно часто используется для расчёта дорожного освещения. Система предоставляет инженерам и дизайнерам широкие возможности для проектирования внутреннего и наружного освещения трёхмерных объектов [12].

Создать модель прямолинейного участка дороги и выполнить для неё расчёт и анализ полученных показателей в системе не представляет труда (рис. 7). Однако создание моделей дорог с более сложной геометрией, также как и в DIALux, требует моделирования 3D-сцены.

В последних версиях Relux стала доступной функция динамического планирования (Dynamic Planning), позволяющая добавлять новые объекты освещения в уже готовую модель, и сразу видеть, как они влияют на результаты расчёта, не выполняя перерасчёт всего проекта.

Хотя сама программа Relux является бесплатной, для неё можно приобрести платное дополнение ReluxCAD, позволяющее организовать работу совместно с AutoCAD. Созданные в AutoCAD чертежи напрямую передаются в ReluxCAD, а результаты светотехнических расчётов для конкретного объекта, полученные в ReluxCAD, можно передать в AutoCAD.

В системе доступна библиотека световых приборов, которую можно дополнить, импортировав в неё файлы фотометрических данных в форматах

IES и LDT, полученные из сторонних источников. Однако работа с фотометрическими данными организована не слишком удобно — для каждого проекта нужно отдельно создавать набор световых приборов, используемых в проекте, что немного замедляет работу.

Relux предоставляет массу возможностей для светотехнических расчётов и моделирования 3D-сцен, однако из-за обилия функций самостоятельное освоение системы может вызвать некоторые сложности. В настройках интерфейса возможен выбор русского языка, но локализация местами оставляет желать лучшего, что также не облегчает освоение. В знакомстве с системой

могут помочь обучающие ролики, в большом количестве предоставленные на YouTube-канале компании-разработчика.

Light-in-Night Road

Система Light-in-Night Road (НПСР «Светосервис», Москва) специально разработана для расчёта утилитарного освещения [13]. Примечательно, что это единственная специализированная светотехническая программа, зарегистрированная в Едином реестре российских программ для ЭВМ и баз данных [14].

Система пользуется большой популярностью среди отечественных проектировщиков. Она до-

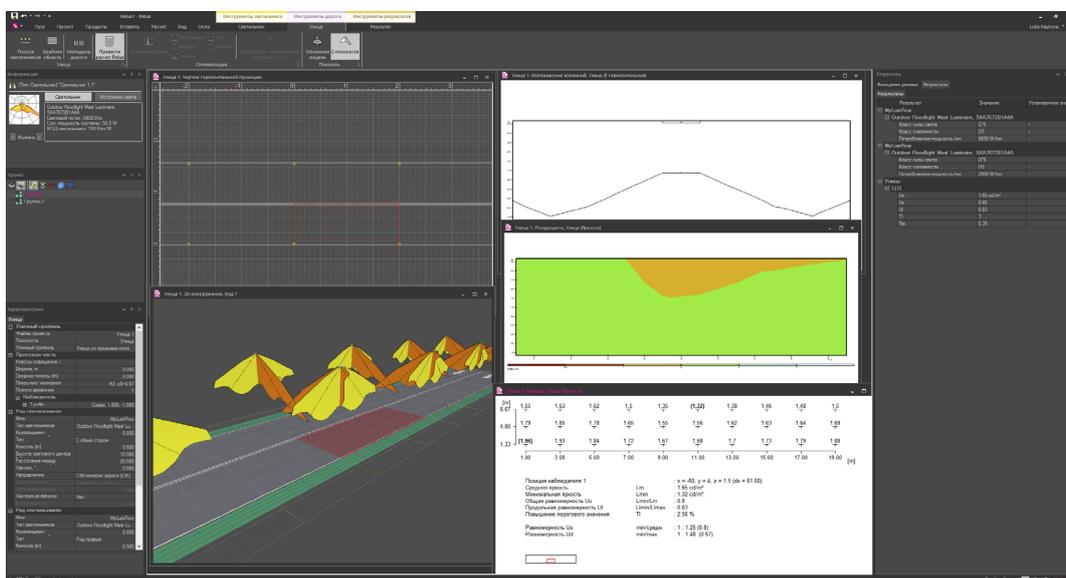


Рис. 7. Главное окно системы Relux

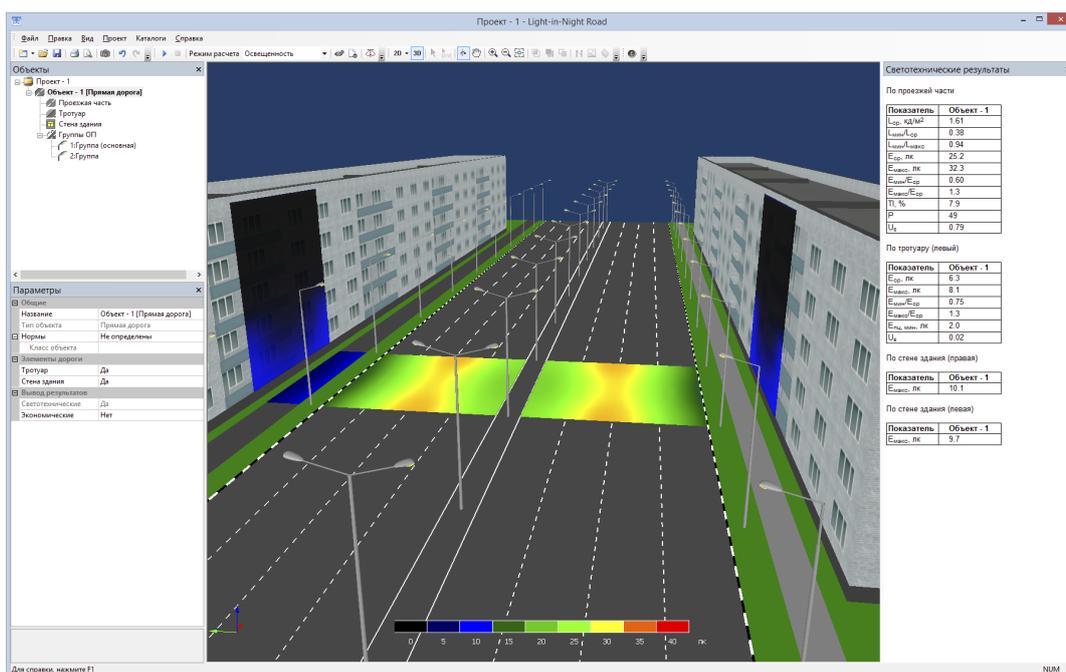


Рис. 8. Главное окно системы Light-in-Night Road

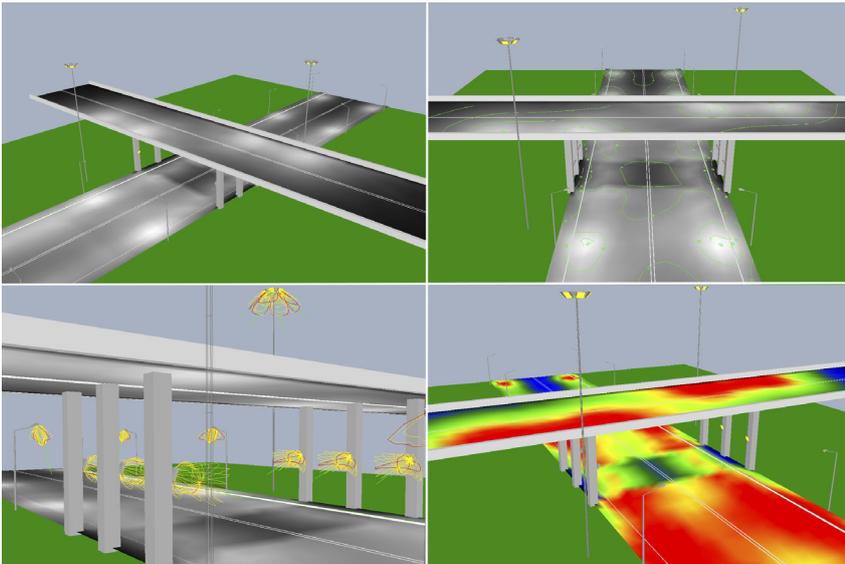


Рис. 9. Проектирование освещения для пересечения автомобильных дорог в разных уровнях в системе Light-in-Night Road

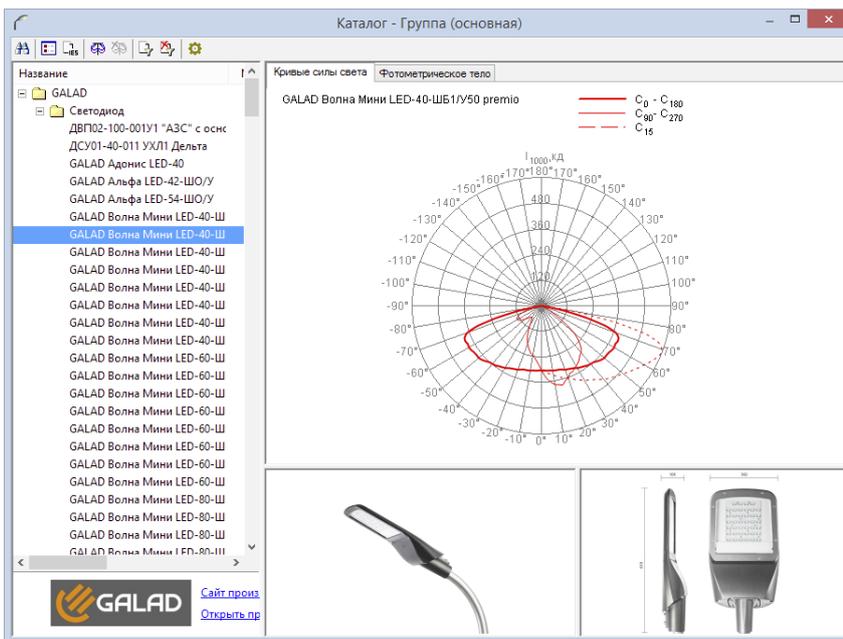


Рис. 10. Фотометрические данные световых приборов GALAD в системе Light-in-Night Road

вольно проста для самостоятельного освоения и имеет понятный русскоязычный интерфейс (рис. 8) и подробную документацию, содержащую в том числе методологию расчёта. Кроме того, программа, как и все рассмотренные ранее, является бесплатной.

Система позволяет учесть нюансы российских нормативных документов. С её помощью можно классифицировать освещаемый объект (участок улицы, площади, перекрёсток, пешеходная зона и т.п.) и определить для него

нормативные показатели в соответствии с положениями действующих федеральных норм.

Расчёт нормируемых показателей в Light-in-Night Road выполняется не только для прямолинейных участков дорог, но и для участков более сложной конфигурации: перекрёстков, кольцевых пересечений, развязок. В системе предусмотрена библиотека типовых форм, включающая примыкания, пересечения, уширения, а также есть возможность создавать произвольные

формы, в том числе многоуровневые транспортные развязки (рис. 9). Кроме того, возможен импорт в систему моделей из DWG-файлов, созданных в сторонних САПР.

Light-in-Night позволяет не только подобрать осветительные приборы, но также выбрать их наиболее рациональное расположение: способ установки (на опоре, на мачте или на торшере), высоту установки, наклон кронштейна или ориентацию прожекторов. Для удобства работы в системе предусмотрена библиотека типовых опор и кронштейнов.

К недостаткам программы можно отнести ограниченность в выборе световых приборов. До недавнего времени в базе Light-in-Night были представлены только приборы марки GALAD (рис. 10), что сужало круг потенциальных пользователей системы. Сейчас база данных светильников открыта и для сторонних производителей, но тем не менее самостоятельно загрузить в систему пользовательские IES-файлы нельзя. Добавление новых марок осветительных приборов выполняется по заявкам производителей.

Расчёт освещения в IndorCAD

Система автоматизированного проектирования автомобильных дорог IndorCAD позволяет охватить весь цикл проектирования автомобильной дороги, начиная со ввода исходных данных и заканчивая формированием проектной документации [15, 16]. В том числе в системе предусмотрена возможность размещения на уже запроектированной дороге объектов инженерного обустройства и освещения. В рамках проектирования дорожного освещения возможно создание объектов освещения и выполнение расчётов нормируемых параметров на заданном участке дороги.

В IndorCAD можно создавать как линии освещения с заданным шагом расстановки опор, так и одиночные источники света. Все объекты освещения являются полностью настраиваемыми, для них предусмотрена возможность выбора типов осветительных приборов, опор и кронштейнов.

Система содержит библиотеку стандартных осветительных приборов (рис. 11). Кроме того, возможна работа

с фотометрическими данными в формате IES. Такие файлы можно импортировать непосредственно в IndorCAD, просматривать полученные характеристики осветительных приборов и выбирать их в качестве источников света.

Для задания параметров кронштейнов и опор предусмотрены специальные библиотеки типовых элементов, реализованные в соответствии с типовым проектом «Серия 3.320-1.1. Опоры наружного освещения и контактных сетей городского транспорта».

Возможность проектирования освещения непосредственно в САПР позволяет использовать уже готовую модель дороги. С помощью инструментов IndorCAD можно рассчитывать параметры освещения как для прямолинейных участков дороги, так и для произвольной области, благодаря чему можно оценить освещённость на участках дороги со сложной геометрией: на примыканиях, развязках и пр.

Расчёт освещения выполняется в соответствии с ГОСТ Р 55708–2013 «Освещение наружное утилитарное. Методы расчёта нормируемых параметров». По заданным исходным данным (типу дорожного покрытия, дистанции наблюдателя и пр.) производится расчёт и оценка следующих нормируемых параметров:

- средняя яркость дорожного покрытия L_{cp} ;
- коэффициенты общей U_0 и продольной U_{II} равномерности яркости;
- пороговое приращение яркости TI ;
- средняя освещённость дорожного покрытия E_{cp} ;

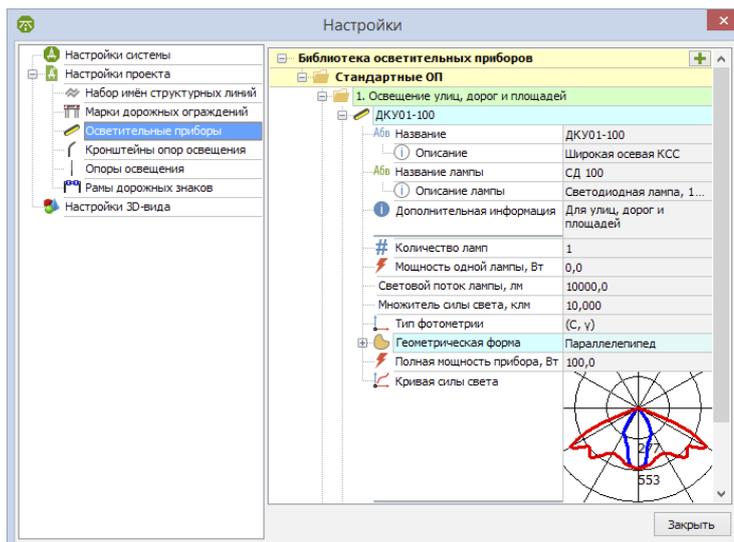


Рис. 11. Библиотека осветительных приборов в IndorCAD

...важно, чтобы система не стояла на месте, развивалась и поддерживала современные технологии и тенденции в области проектирования... Светотехнические системы, как и многие специализированные САПР, стараются идти в ногу со временем и поддерживают концепцию информационного моделирования, в особенности в части повышения интероперабельности

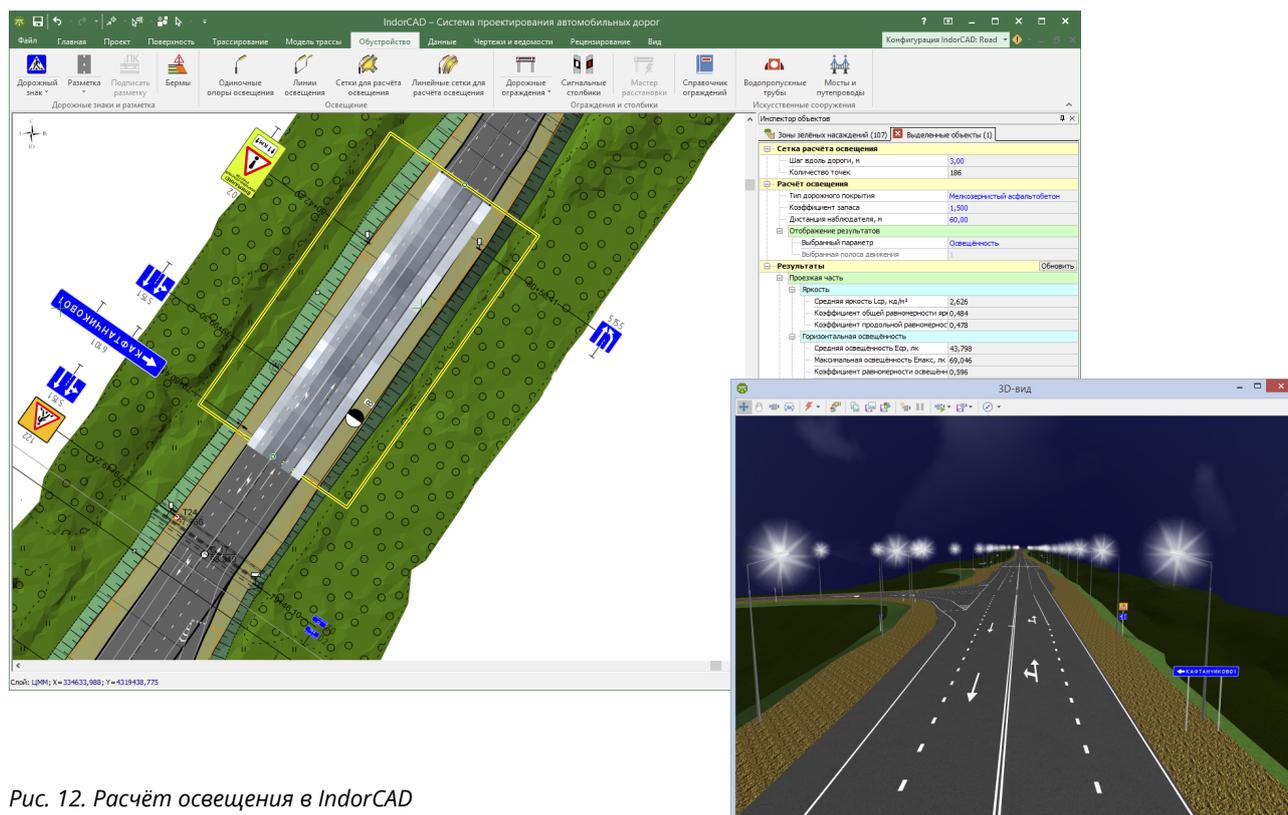


Рис. 12. Расчёт освещения в IndorCAD

- коэффициент равномерности освещённости U_h ;
- средние горизонтальная E_{cp} и полуцилиндрическая $E_{mц}$ освещённости, а также равномерность освещённости U_h для пешеходных зон.

Результаты отображаются в виде отчёта в инспекторе объектов, а также представляются на плане в виде градиентной сетки, позволяющей визуально определить участки с недостаточной освещённостью (рис. 12). В окне 3D-вида можно увидеть трёхмерное изображение дороги с размещёнными на ней объектами освещения.

Расчёт освещённости в IndorCAD позволяет оценить проектное решение с точки зрения удовлетворительности показателей яркости и освещённости, выбрать оптимальное расстояние между опорами освещения, подобрать тип осветительных приборов и опор.

Заключение

Выбор программного обеспечения для проектирования дорожного освещения во многом зависит от целей, которые преследует инженер-светотехник, и специфики решаемых задач. Большим преимуществом может служить поддержка современных нормативных документов и методик расчёта, а также возможность формирования подробного отчёта по расчёту, который может быть предоставлен экспертизе. Удобство работы с системой и возможность её самостоятельного освоения является достаточно субъективным фактором, однако при знакомстве с системой важно наличие в открытом доступе обучающих и справочных материалов.

Кроме того, важно, чтобы система не стояла на месте, развивалась и поддерживала современные технологии и тенденции в области проектирования [17, 18]. Светотехнические системы, как и многие специализированные САПР, стараются идти в ногу со временем и поддерживают концепцию информационного моделирования, в особенности в части повышения интероперабельности. В этом помогает поддержка универсальных обменных форматов данных (DWG, IFC), которые позволяют использовать единую модель дороги на всех этапах её жизненного цикла. ■

Литература:

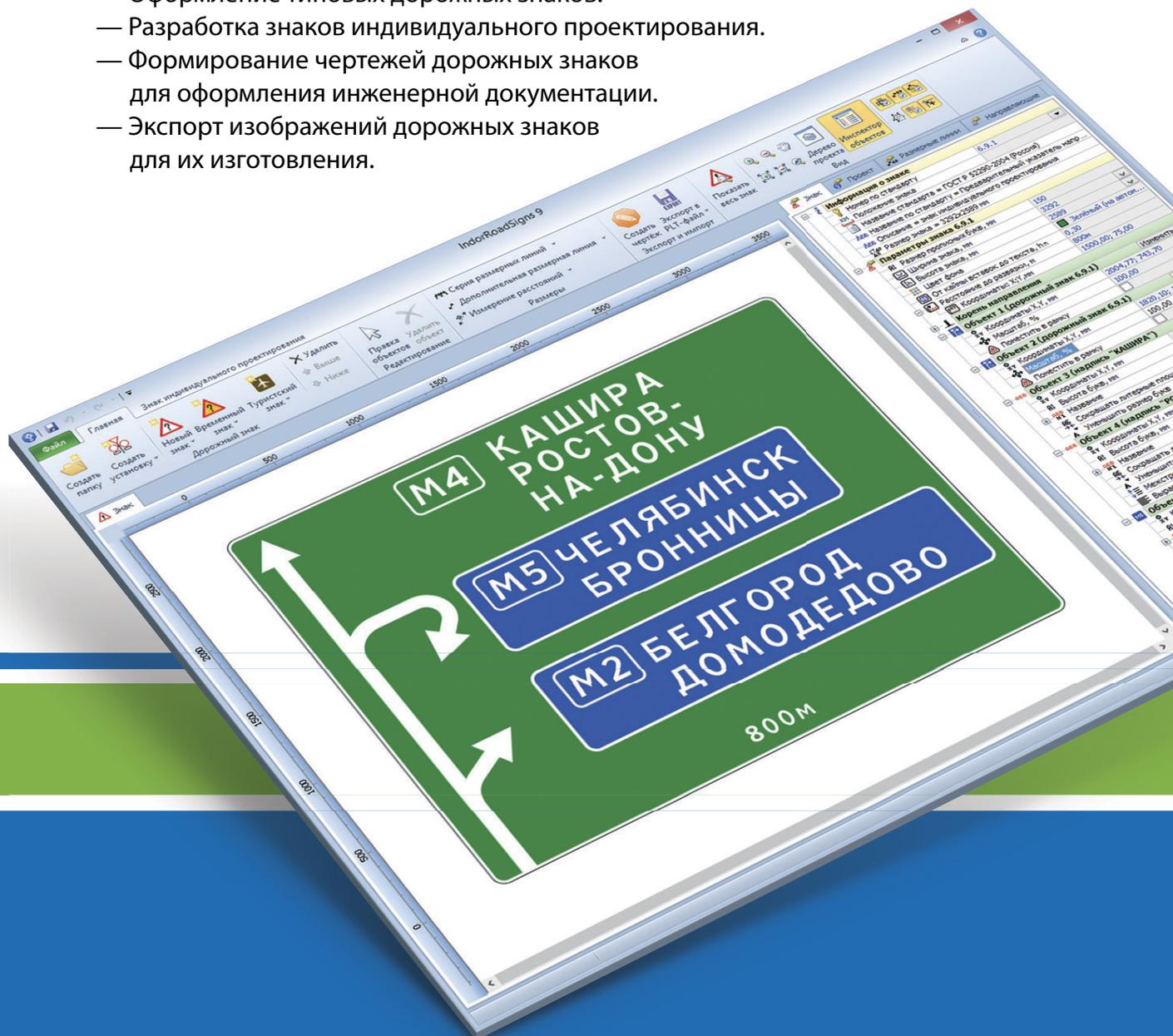
1. Освещение дорог: свет и безопасность на федеральных автомобильных дорогах. ЛЮМЕН&EXPERTUNION. URL: <http://www.lumen2b.ru/osveshchenie-dorog> (дата обращения: 10.05.2017).
2. ГОСТ Р 56228–2014. Освещение искусственное. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2015. 12 с.
3. Ильина Е., Юсупов С. Уличная оптика LEDIL для чайников // Современная светотехника. 2016. № 6. С. 10–13.
4. ГОСТ Р 55706–2013. Освещение наружное утилитарное. Классификация и нормы. М.: Стандартинформ, 2016. 10 с.

5. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*. М.: ОАО «ЦПП», 2011. 68 с.
6. ГОСТ Р 54305–2011. Дороги автомобильные общего пользования. Горизонтальная освещённость от искусственного освещения. Технические требования. М.: Стандартинформ, 2011. 4 с.
7. Рохлин Г.Н. Справочная книга по светотехнике. М.: Знак, 2006. 972 с.
8. ОДМ 218.8.007–2016. Методические рекомендации по проектированию искусственного освещения автомобильных дорог общего пользования. М., 2015. 31 с.
9. Lighting design software DIALux. DIAL official website. URL: <https://www.dial.de/en/dialux/> (дата обращения: 10.05.2017).
10. ANSI/IES LM-63-02 (R2008). ANSI Approved Standard File Format for Electronic Transfer of Photometric Data and Related Information. 2002.
11. Release DIALux evo 7: IFC import and more efficient workflows. URL: <https://www.dial.de/en/blog/article/release-dialux-evo-7-ifc-import-and-more-efficient-workflows/> (дата обращения: 10.05.2017).
12. ReluxDesktop — the new approach to planning. Relux. URL: <https://relux.com/en/> (дата обращения: 10.05.2017).
13. Light-in-Night Road. Возможности программы. URL: <http://www.l-i-n.ru/> (дата обращения: 10.05.2017).
14. Light-in-Night Road. Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных. URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/103235/> (дата обращения: 10.05.2017).
15. Петренко Д.А., Субботин С.А. BIM-решения «ИндорСофт» для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 100–107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15
16. Снежко И.В., Петренко Д.А. Новые BIM-инструменты в IndorCAD // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 1(6). С. 28–33. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.1.5
17. Сворцов 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
18. Сворцов А.В. Трудности перехода от автоматизированного проектирования к информационному моделированию дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 4–12. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.1



Проектируйте дорожные знаки в IndorRoadSigns

- Оформление типовых дорожных знаков.
- Разработка знаков индивидуального проектирования.
- Формирование чертежей дорожных знаков для оформления инженерной документации.
- Экспорт изображений дорожных знаков для их изготовления.



Реклама

Поддержка актуальной нормативной базы:

- ГОСТ 32945–2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Знаки дорожные. Технические требования»
- ГОСТ Р 52290–2004 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования»
- СТ РК 1125–2002 «Технические средства организации дорожного движения. Знаки дорожные. Общие технические требования»
- СТБ 1140–99 «Знаки дорожные. Общие технические условия»
- ДСТУ 4100–2002 «Знаки дорожні. Загальні технічні умови. Правила застосування»
- ГОСТ 10807–78 «Знаки дорожные. Общие технические условия»
- ГОСТ 10807–78 «Знаки дорожные. Общие технические условия»
- ГОСТ Р 52044–2003 «Наружная реклама на автомобильных дорогах и территориях городских и сельских поселений. Общие технические требования к средствам наружной рекламы. Правила размещения»
- Методическое пособие по созданию туристских знаков, выпущенное Министерством культуры Российской Федерации в 2013 г.

Коллективная работа в IndorCAD

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.6

Снежко И.В., руководитель методического отдела ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
Петренко Д.А., технический директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Приводится обзор существующих решений для организации коллективной работы над одним проектом в системах автоматизированного проектирования. Также рассматривается реализация некоторых подходов в САПР автомобильных дорог IndorCAD.

Введение

Возможность организации полноценной коллективной работы является весьма актуальной темой в настоящее время. Связано это в первую очередь с изменением подходов к проектированию, изменением мышления и стереотипов в области автоматизированного проектирования, а также объёмов и значимости многих проектов. Ещё более важной эта тема становится в контексте повсеместного внедрения BIM-технологий в отрасли дорожного хозяйства, поскольку концепция коллективного взаимодействия является неотъемлемой составляющей информационного моделирования объектов инфраструктуры [1-4].

В условиях когда проекты растут в размерах, а члены рабочих групп по их созданию могут быть разбросаны географически и разделены между собой часовыми зонами, эффективное сотрудничество между разработчиками проектов становится важным как никогда, и зачастую реализация крупных проектов уже не представляется возможной без коллективной работы всех участников разработки с возможностью одновременного просмотра и редактирования модели.

Существующие подходы и решения для организации коллективной работы

Ещё несколько лет назад под коллективной работой подразумевалась возможность работы над одним проектом группе инженеров, которые территориально находятся в одном офисе и ведут

разработку определённого проекта. Фактически это означало организацию совместного доступа к файлу проекта или базе данных, содержащей сведения о проекте, или любому другому хранилищу, предоставляющему доступ ко всей информации по проекту. В процессе такого взаимодействия решается общая задача, и результат работы одного сотрудника может быть сразу использован другим сотрудником.

Обеспечение коллективной работы на этом уровне, как правило, подразумевает разграничение доступа к отдельным элементам проекта и параллельную работу с локальными копиями проекта. Для упорядочивания совместного доступа к проекту и отдельным его элементам используются процедуры, которые можно условно обозначить как «Взять на редактирование» и «Сохранить изменения в проект». При взятии кем-либо элемента на редактирование в общем хранилище устанавливается блокировка на оригинал этого элемента. При этом заблокированный элемент в общем хранилище остаётся доступным для чтения и использования другими пользователями. Изменённый элемент возвращается в хранилище с помощью процедуры «Сохранить изменения в проект», после чего изменения становятся доступными всем участникам разработки (рис. 1).

В зарубежных источниках для обозначения данного вида взаимодействия часто используют термин *teamwork* [5]. Следует отметить, что практически все разработчики программного обеспе-

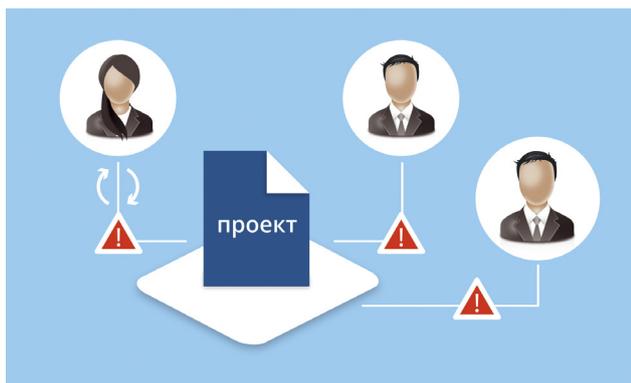


Рис. 1. Схема коллективной работы над одним проектом с использованием механизма блокировок

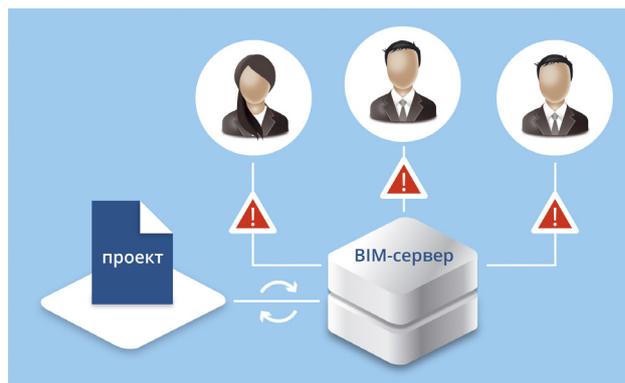


Рис. 2. Схема коллективной работы над одним проектом под управлением BIM-сервера

чения в области САПР в том или ином виде уже поддерживают технологию teamwork, позволяя совместно использовать проект. Лидерами в этом направлении уже много лет назад выступили разработчики машиностроительных САПР, поскольку «поэлементную» работу над проектами, состоящими из множества собираемых воедино деталей, организовать гораздо проще.

Так, например, Компания Autodesk (США) предлагает для этих целей программу Revit. Совместная работа позволяет нескольким пользователям работать над отдельными частями одного проекта Revit. При совместной работе разрешён одновременный доступ к модели, поскольку используется модель из хранилища [6]. Компания Graphisoft (Венгрия) предлагает использовать Teamwork for ArchiCAD. Teamwork основывается на архитектуре клиент — сервер и спроектирован таким образом, чтобы гарантировать максимальную гибкость, производительность и безопасность данных, что позволяет коллективу проектировщиков совместно работать над большими проектами [5].

Из отечественных разработчиков САПР автомобильных дорог совместный доступ к проекту в той или иной степени реализован в программных комплексах CREDO («Кредо-Диалог», г. Минск, Республика Беларусь), Топоматик Robur («Топоматик», г. Санкт-Петербург), IndorCAD [7] («ИндорСофт», г. Томск).

Однако современный мир диктует новые требования к коллективному взаимодействию всех участников разработки. Члены рабочих групп могут территориально находиться не только в разных офисах, но и в разных городах и странах, а сами проекты могут иметь внушительные размеры. Также всё более востребованным становится взаимодействие со специалистами из смежных областей, и кроме того, в современной практике заказчик всё чаще хочет видеть промежуточные результаты проектирования в ходе работы.

Для реализации этих требований необходимо использование специального сервера, который возьмёт на себя функции хранения всей инфор-

Члены рабочих групп могут территориально находиться не только в разных офисах, но и в разных городах и странах, а сами проекты могут иметь внушительные размеры. Также всё более востребованным становится взаимодействие со специалистами из смежных областей, и кроме того, в современной практике заказчик всё чаще хочет видеть промежуточные результаты проектирования в ходе работы.

мации по проекту, выделения ресурсов (блокировка, сохранение), управления правами доступа, т.е. в целом функции управления текущим состоянием модели (рис. 2). Зачастую этот сервер также управляет обменом сообщениями между всеми участниками разработки. Подобные серверы принято называть «BIM Server» и они уже повсеместно предлагаются разработчиками программного обеспечения [4].

К базовым функциям BIM-сервера можно отнести:

- организацию совместной работы с моделью (блокировки);
- управление правами доступа;
- ведение архива моделей (история изменений);
- обмен сообщениями между участниками разработки;
- предоставление доступа к централизованным библиотекам элементов.

Компания Graphisoft называет такой сервер BIM Server GRAPHISOFT [8], компания Autodesk — Revit Server [9], компания Trimble — Quadri BIM Server [10]. На российском рынке свой BIM-сервер предлагает в настоящее время только компания «ИндорСофт», и он носит название IndorBIM Server.

Таким образом, совместная работа становится рабочим процессом, при котором происходит взаимодействие между всеми вовлечёнными в процесс членами команды. При этом коллективная работа предполагает интенсивный обмен

информацией между разработчиками, в том числе обмен инструкциями, замечаниями, комментариями.

Следующим этапом в развитии концепции коллективной работы можно считать переход к использованию облачных технологий для совместного просмотра и рецензирования моделей. Основное преимущество облачных технологий заключается в том, что доступ к модели возможен из любой точки мира, при этом нет требований к сети, а также нет необходимости устанавливать «тяжёлые» приложения для просмотра моделей.

Соответствующие сервисы уже массово предлагаются разработчиками программного обеспечения, и можно выделить несколько производителей, широко рекламирующих свои сервисы и предоставляющих о них исчерпывающую информацию:

- BIMcloud (Graphisoft, Венгрия) [11];
- Collaboration for Revit (Autodesk, США) [12];
- Quadri BIM Server (Trimble, США) [10];
- Charoo (Charoo NV, Бельгия) [13].

Облачные сервисы позволяют подключиться к коллективной работе любому числу пользова-

телей: заказчикам, подрядчикам и специалистам из смежных областей. К базовым функциям таких сервисов можно отнести совместный доступ к модели на уровне просмотра и возможность общения с другими участниками путём обмена сообщениями и комментариями. Конечно, полный спектр функций, предоставляемых сервисами, может сильно отличаться в зависимости от производителя. Так, например, в описании Charoo говорится, что использование этой облачной платформы позволяет также управлять документами и назначать задачи [13], а в описании Quadri BIM Server заявлено, что это ключ к достижению BIM Maturity Level 3 (третьего уровня зрелости BIM) [14], поскольку сервер поддерживает открытые обменные форматы, такие как LandXML, GML и IFC [10].

Ещё одним преимуществом, о котором заявляют все разработчики облачных сервисов, является возможность доступа к данным с различных мобильных устройств (смартфонов, планшетов и пр.). Для такого доступа, как правило, необходимо установить специально разработанное приложение: у Graphisoft это BIMx [15], у Trimble — Quadri Easy Access [16].

При описании облачных технологий для обеспечения коллективной работы в зарубежных источниках повсеместно используется термин collaboration, который в данном контексте логичнее всего перевести как «сотрудничество», «совместная работа». Таким образом, за сравнительно небольшой промежуток времени произошла эволюция от простого разделения ресурсов одного проекта (file sharing, teamwork) до полноценного сотрудничества широкого круга специалистов, в том числе междисциплинарного (BIM collaboration, team collaboration, project collaboration).

Организация коллективной работы с моделью в IndorCAD (teamwork)

В системе проектирования автомобильных дорог IndorCAD начиная с версии 10 реализован полноценный совместный доступ к модели проекта, обеспечивающий коллективную работу над проектом в пределах одной рабочей группы в организации. Модель проекта хранится в едином файле, и для совместной работы этот файл должен быть размещён в локальной сети организации на ресурсе с общим доступом. Для доступа к файлу не нужно создавать никаких дополнительных учётных записей.

Структура проекта IndorCAD и принцип блокировки

Проект в системе IndorCAD может содержать произвольное количество слоёв, трасс и других видов вспомогательных объектов. Каждый слой содержит набор сущностей, таких как «Точки», «Линии», «Триангуляция», «Здания»,

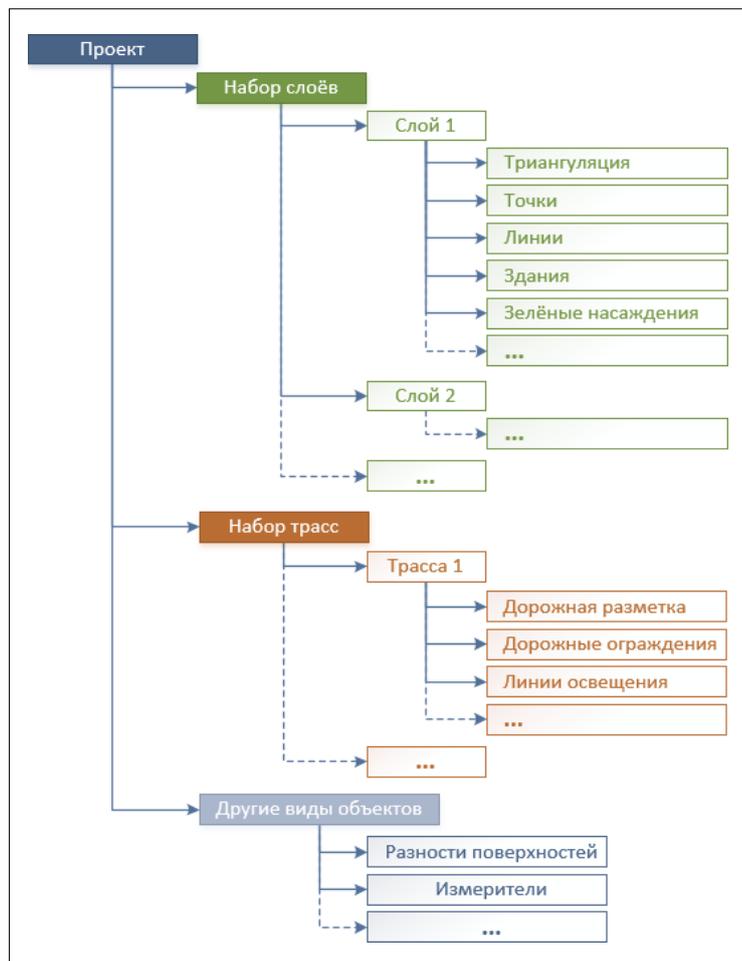


Рис. 3. Структура проекта IndorCAD

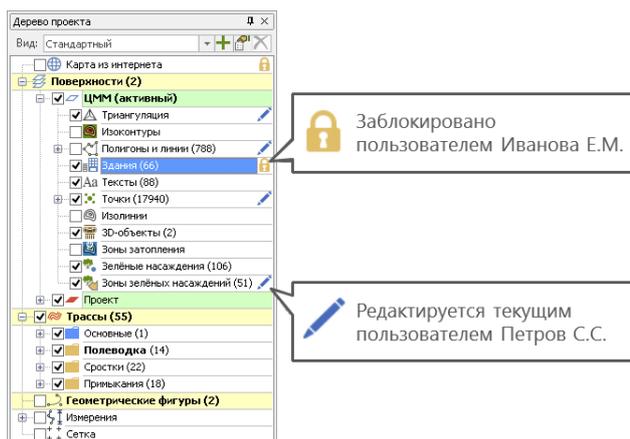


Рис. 4. Блокировка сущностей в системе IndorCAD

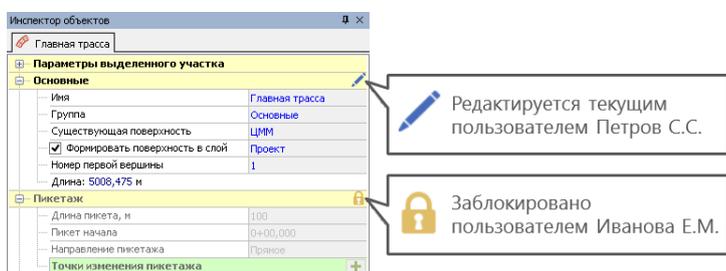


Рис. 6. Частичная блокировка параметров трассы

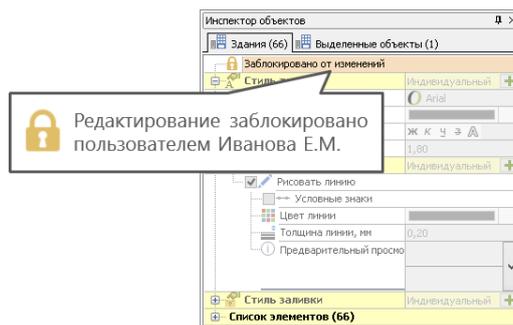


Рис. 5. Свойства заблокированного объекта

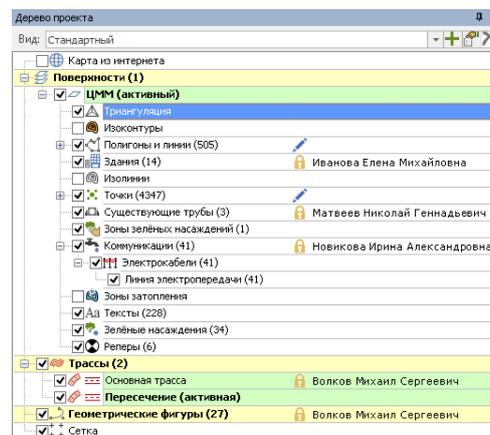


Рис. 7. Просмотр пользователей, редактирующих одну модель

«Инженерные коммуникации», «Зелёные насаждения» и пр. В составе трассы могут быть сущности «Дорожная разметка», «Дорожные ограждения», «Линии освещения» и пр. Кроме того, в каждом проекте может быть набор разностей поверхностей, измерителей, геометрических фигур и других видов объектов (рис. 3).

Распределение ресурсов одного проекта между несколькими пользователями осуществляется в соответствии с внутренней структурой проекта. В один момент времени любая сущность может редактироваться не более чем одним пользователем, при этом сущности проекта, которые не редактируются в данный момент ни одним из пользователей, доступны всем участникам разработки (рис. 4). Таким образом, можно говорить о том, что выделение и блокировка ресурсов выполняются по сущностям.

Если некая сущность заблокирована одним из пользователей, то для других пользователей, работающих с этим же проектом, становятся недоступными все режимы работы с данной сущностью (например, режим создания), свойства объектов также не подлежат редактированию, а в инспекторе объектов дополнительно указывается, каким пользователем заблокирована эта сущность (рис. 5).

Для «сложных» объектов с обширным набором свойств, например для трасс, возможна частичная блокировка параметров. Это позволяет нескольким пользователям одновременно редактировать разные группы свойств одной трассы в зависимости от решаемых ими задач (рис. 6).

Чтобы иметь представление о том, какие пользователи в настоящий момент времени работают с проектом, а также о том, какие виды объектов редактируются, можно отобразить не только состояние «заблокировано»/«заблокировано мною»/«свободно», но и имена пользователей, осуществляющих редактирование тех или иных видов объектов (рис. 7).

Система управления блокировками и уведомлениями

Организация совместного редактирования файла осуществляется в системе IndorCAD автоматически — пользователям не нужно выполнять никаких дополнительных действий для этого. Пользователь просто начинает редактировать какой-либо объект, и если он не занят другим пользователем, то объект «помечается» как заблокированный данным пользователем. Публикация изменений в общем файле происходит при обычном сохранении проекта, после чего

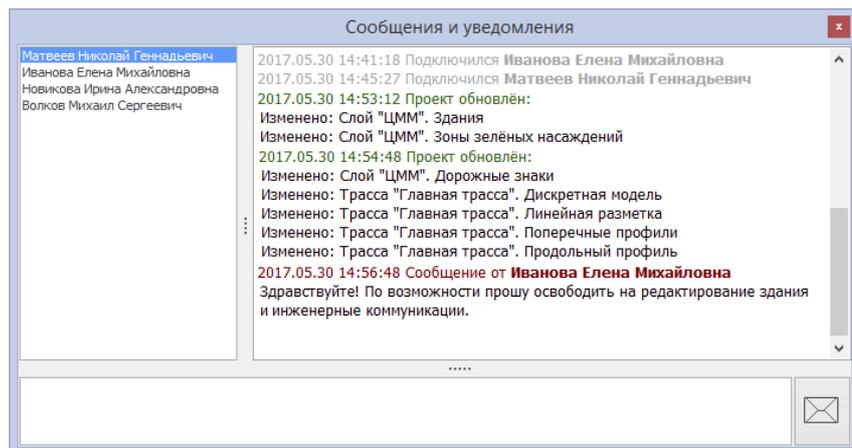


Рис. 8. Окно с сообщениями и уведомлениями в ходе совместного редактирования проекта

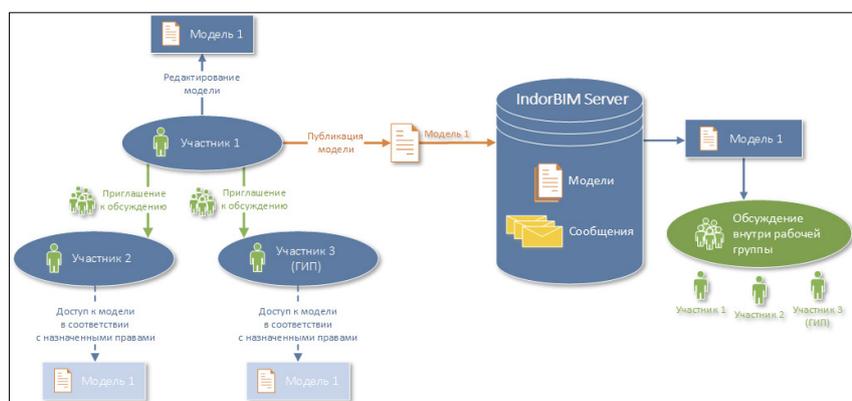


Рис. 9. Упрощённая схема работы с одной моделью в IndorBIM Server

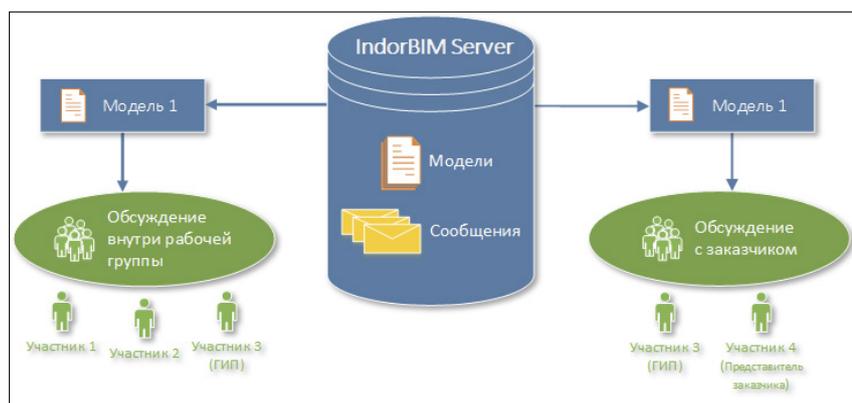


Рис. 10. Участие пользователя в нескольких обсуждениях

изменения становятся доступными всем другим участникам разработки.

Если пользователь сохранил свои данные, то у других участников, работающих с проектом, появляется соответствующее уведомление. Уведомление сопровождается списком изменённых объектов, на которые, возможно, следует обратить внимание. Кроме этого, в IndorCAD реализована

система обмена сообщениями между пользователями, совместно редактирующими одну модель. К примеру, можно попросить пользователя «освободить» некоторый объект, просто написав ему в чат. Он сразу же получит сообщение и сможет дать на него ответ (рис. 8).

Следует отметить, что скорость совместной работы с одной моделью

в системе IndorCAD очень высокая, поскольку при сохранении и обновлении данных задействованными оказываются только те части проекта, в которые были внесены изменения. То есть нет необходимости перечитывать весь проект целиком.

IndorBIM Server от компании «ИндорСофт»

На российском рынке разработчиков программного обеспечения компания «ИндорСофт» предлагает собственный BIM-сервер для поддержки современного уровня коллективной работы с проектами. Он позволяет организовать взаимодействие как на уровне редактирования моделей, так и на уровне рецензирования, которое подразумевает обсуждение моделей путём добавления сообщений и комментариев к ней.

Рассмотрим принцип коллективного взаимодействия под управлением IndorBIM Server. Участники процесса проектирования, являясь частью какой-либо рабочей группы, на своих рабочих местах выполняют проектирование. В определённый момент времени, например по завершении очередного этапа проектирования, возникает необходимость поделиться с другими участниками результатами своей работы, которые, в свою очередь, могут внести замечания по модели (рис. 9).

В этом случае участник рабочего процесса выполняет следующие действия:

1. Публикует модель на BIM-сервере.
2. Приглашает других участников к обсуждению модели.
3. Назначает права каждому из участников на редактирование модели.

Пользователи, участвующие в одном обсуждении, образуют некую группу и на своих рабочих местах в зависимости от имеющихся прав:

1. Имеют доступ к модели, опубликованной на BIM-сервере.
2. Могут обмениваться сообщениями в рамках своей группы и своевременно получают уведомления о появлении новых сообщений в обсуждении.
3. Могут публиковать свои версии модели на BIM-сервере.

Любой участник рабочего процесса может быть вовлечён сразу в несколь-

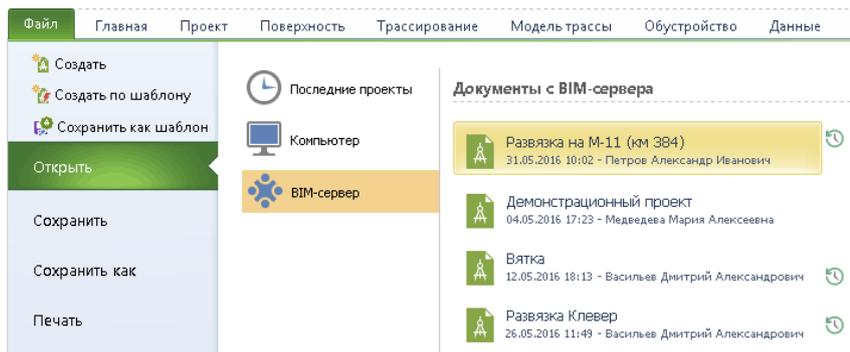


Рис. 11. Открытие модели с BIM-сервера в системе IndorCAD



Рис. 12. Список сообщений в рамках одного обсуждения

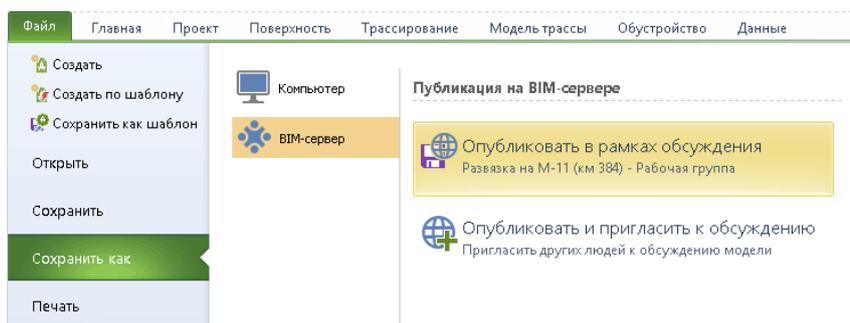


Рис. 13. Публикация модели на IndorBIM Server

ко обсуждений. Например, главный инженер проекта может участвовать в обсуждении модели, с одной стороны, с инженерами из своей рабочей группы, с другой стороны — с заказчиками, с третьей — с представителями государственной экспертизы (рис. 10). Все пользователи могут видеть сообщения в рамках тех обсуждений, в которые они были приглашены.

Участие в обсуждении модели

Использование возможностей BIM-сервера не требует установки дополнительных приложений на рабочих местах пользователей. Для работы с BIM-сервером необходимо только подключение к интернету и наличие учетной записи на IndorBIM Server. Чтобы принять участие в обсуждении

какой-либо модели, эту модель нужно открыть с BIM-сервера (рис. 11).

В рамках одного обсуждения его участники создают сообщения (комментарии, замечания). Каждое сообщение характеризуется типом — это может быть указание на ошибку, предложение по улучшению, рабочее замечание или просто информация к сведению. Также у каждого сообщения есть автор, дата создания и приоритет. Дополнительно к этому можно создать адресное сообщение, и тогда сообщение будет характеризоваться ответственным, который должен принять его к сведению.

Создаваемые в рамках обсуждения сообщения обязательно имеют координатную привязку в одной из проекций модели — это может быть план, продольный профиль, поперечный

профиль или 3D-вид. Из описания сообщения всегда можно перейти к месту в проекте, к которому «привязано» сообщение. Кроме того, для каждого сообщения в списке сообщений можно увидеть изображение того места в модели, к которому оно относится (рис. 12).

Среди участников может завязаться диалог в пределах одного сообщения. Например, ответственный за сообщение может прокомментировать текущее положение дел, примерно обозначить сроки исправления замечания или сообщить об устранении замечания. Диалог представляет собой набор комментариев к сообщению. Создавая комментарий, можно изменить статус всего сообщения. Например, если в комментарии указывается, что замечание было исправлено, то можно сразу задать статус исходному сообщению «выполнен».

Описанные возможности реализуются с использованием открытого формата BCF (bim collaboration format), разработанного международным консорциумом buildingSMART [17]. Формат BCF предназначен для обмена замечаниями и комментариями с привязкой к некоторой точке в пространстве (ViewPoint). Работа с использованием IndorBIM Server позволяет по протоколу bcfAPI обмениваться сообщениями и замечаниями независимо от местоположения пользователей.

Публикация моделей на IndorBIM Server

Каждое обсуждение сопровождается моделью, которая публикуется на BIM-сервере. Общение участников (создание сообщений) происходит применительно к этой модели. В ходе разработки модель претерпевает существенные изменения, кроме того, устраняются выявленные участниками замечания, поэтому со временем обсуждаемая модель теряет актуальность. Любой участник обсуждения может обновить модель при наличии у него соответствующих прав доступа. Обновить модель означает опубликовать свою версию модели на BIM-сервере (рис. 13).

Возможны два варианта публикации модели:

- Опубликовать в рамках текущего обсуждения. Текущая версия модели будет сохранена на BIM-

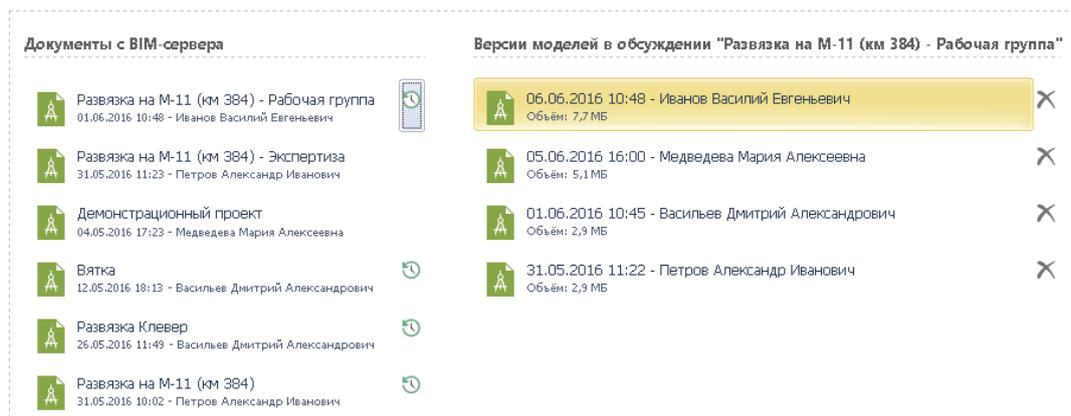


Рис. 14. История моделей на IndorBIM Server

сервере и станет доступной всем участникам обсуждения.

- Опубликовать и создать новое обсуждение для этой модели. Этот вариант следует выбирать, если модель публикуется с той целью, чтобы обсудить её с другим кругом участников разработки.

По мере того как участники одного обсуждения публикуют на BIM-сервере свои версии модели, накапливается история этих моделей. Всю историю опубликованных моделей можно увидеть при открытии модели с BIM-сервера (рис. 14). Для каждой модели можно отобразить в виде списка все версии этой модели, ранее сохранённые участниками обсуждения.

Заключение

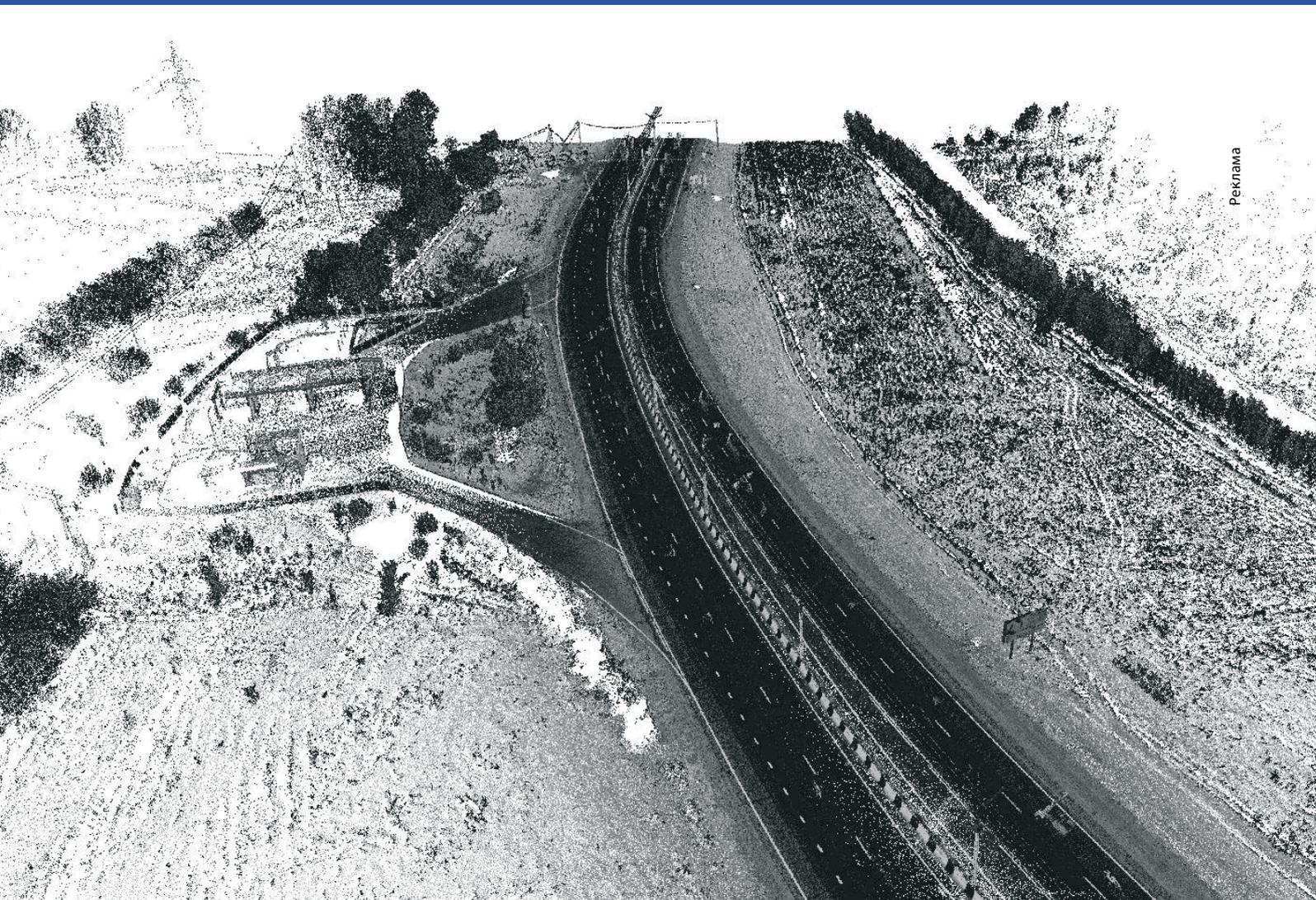
Понятие коллективной работы в системах автоматизированного проектирования постепенно наполняется новыми смыслами. И если раньше под этим термином подразумевалась лишь возможность одновременно нескольким пользователям редактировать один проект, то в настоящее время на первый план выходит организация совместной работы больших групп разработчиков, территориально разбросанных по всему миру, возможность одновременной работы и координации действий различных специалистов из смежных областей, возможность демонстрации промежуточных и итоговых результатов заказчику, ну и наконец, возможность просматривать модель всем заинтересованным лицам из любой точки мира с любых устройств.

Компания «ИндорСофт» предлагает своим пользователям современные инструменты для организации кол-

лективного взаимодействия при разработке проектов, поддерживая тем самым одну из главных концепций информационного моделирования объектов инфраструктуры. [\[1\]](#)

Литература:

1. Скворцов А.В. Трудности перехода от автоматизированного проектирования к информационному моделированию дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 4–12. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.1
2. Бойков В.Н. САПР автодорог — перспективы развития // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 6–9. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.1
3. Елугачёв П.А., Елугачёв М.А. Подготовка технического задания в концепции информационного моделирования дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.7
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
5. Совместно используемый проект (Teamwork). Help Center GRAPHISOFT. URL: <http://helpcenter.graphisoft.ru/rukovodstva/spravka-archicad-19/коллективная-работа/совместно-используемый-проект-teamwork/> (дата обращения: 11.04.2017).
6. Совместная работа. AUTODESK REVIT 2016. СПРАВКА. URL: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/RUS/?guid=GUID-D49CE758-A0F4-4B1D-9CBF-12B0B00F5AB3> (дата обращения: 11.04.2017).
7. Петренко Д.А., Субботин С.А. BIM-решения «ИндорСофт» для проектирования и эксплуатации автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 100–107. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.15
8. BIM Сервер GRAPHISOFT: возможности и преимущества. Help Center GRAPHISOFT. URL: <http://helpcenter.graphisoft.ru/rukovodstva/spravka-archicad-19/коллективная-работа/совместно-используемый-проект-teamwork/bim-сервер-graphisoft-возможности-и-преимущества/#> (дата обращения: 11.04.2017).
9. Справочная документация по Revit Server. AUTODESK REVIT 2016. СПРАВКА. URL: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/RUS/?guid=GUID-5D844709-E6E9-4E3A-9168-72CBB0F91F7C> (дата обращения: 25.05.2017).
10. Quadri BIM Server. Trimble official website. URL: <http://www.novapoint.com/products/quadri> (дата обращения: 25.05.2017).
11. BIMcloud. GRAPHISOFT official website. URL: <http://www.graphisoft.com/bimcloud/overview/> (дата обращения: 25.05.2017).
12. О программе Collaboration for Revit. AUTODESK REVIT 2016. СПРАВКА. URL: <http://help.autodesk.com/view/RVT/2016/RUS/?guid=GUID-95DA7950-294A-442F-B82A-218E45D79C66> (дата обращения: 25.05.2017).
13. Working together just got easier. CHAPOO official website. URL: <https://www.chapoo.com/en-gb/> (дата обращения: 25.05.2017).
14. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–21. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.3
15. What is BIMx? GRAPHISOFT official website. URL: <http://www.graphisoft.com/bimx/> (дата обращения: 25.05.2017).
16. Quadri Easy Access. Trimble official website. URL: <http://www.novapoint.com/products/quadri> (дата обращения: 25.05.2017).
17. BIM Collaboration Format v2.0 Technical Documentation. buildingSMART. 2015. 20 p.



Реклама

Проектируем

автомобильные дороги

в том числе в концепции BIM
и на основе мобильного
лазерного сканирования

(3822) 90-10-05
www.indor-most.ru

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 плано-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 федеральных автомобильных дорог было приостановлено.

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 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 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-

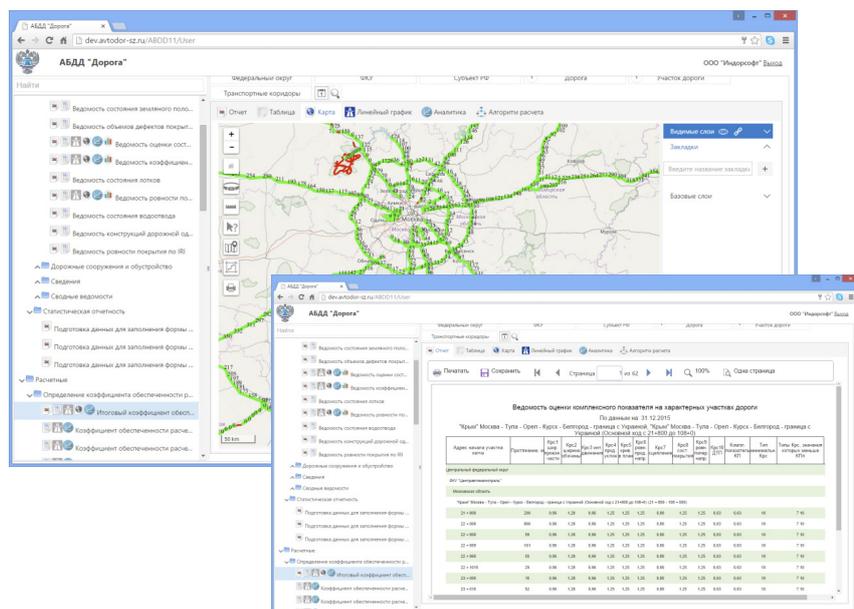


Рис. 2. Модернизированная АБДД «Дорога»: табличное и ГИС-отображение данных

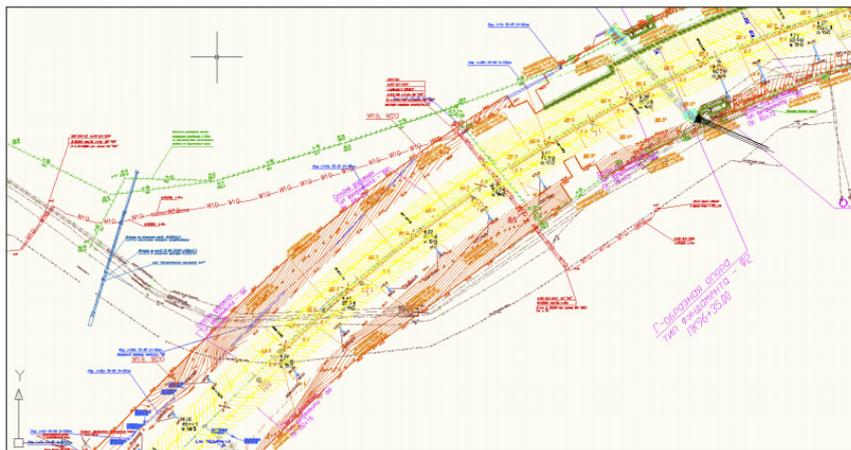


Рис. 3. Фрагмент чертежа проекта автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» (км 9+600)

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-исследовательскими 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].

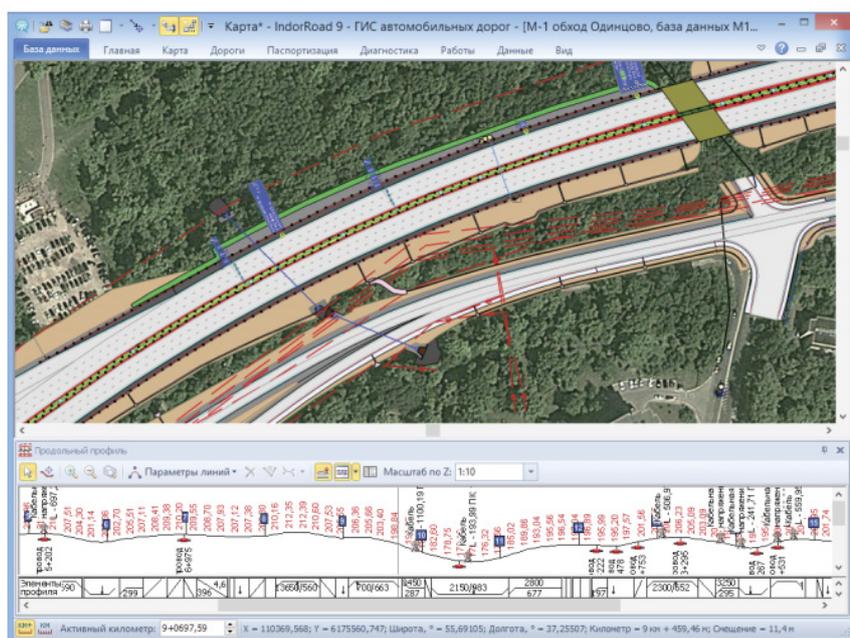


Рис. 4. Фрагмент модели автомобильной дороги «Обход г. Одинцово» в ГИС IndorRoad



Рис. 5. Ключевые информационные технологии четвёртой промышленной революции

Будущее ГИС

Возвращаясь к рассуждениям о промышленных революциях и заглядывая в будущее, заметим, что четвёртая 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).

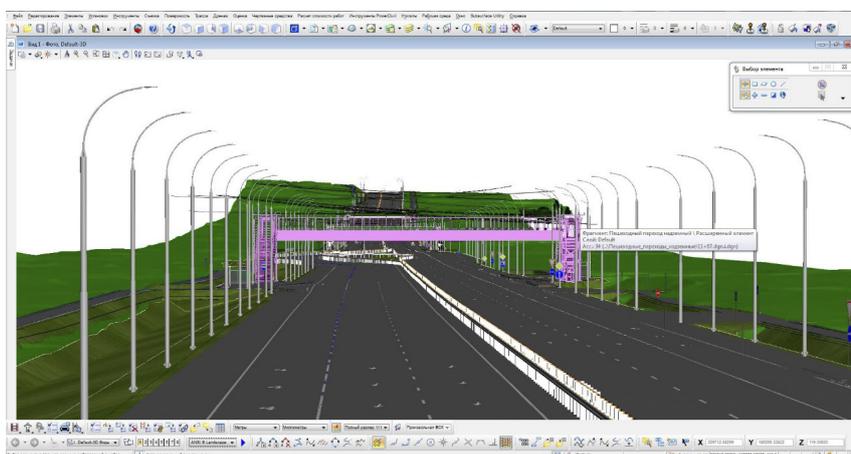


Рис. 6. Комплексная BIM-модель дороги. ООО «Автодор-Инжиниринг»

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 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 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

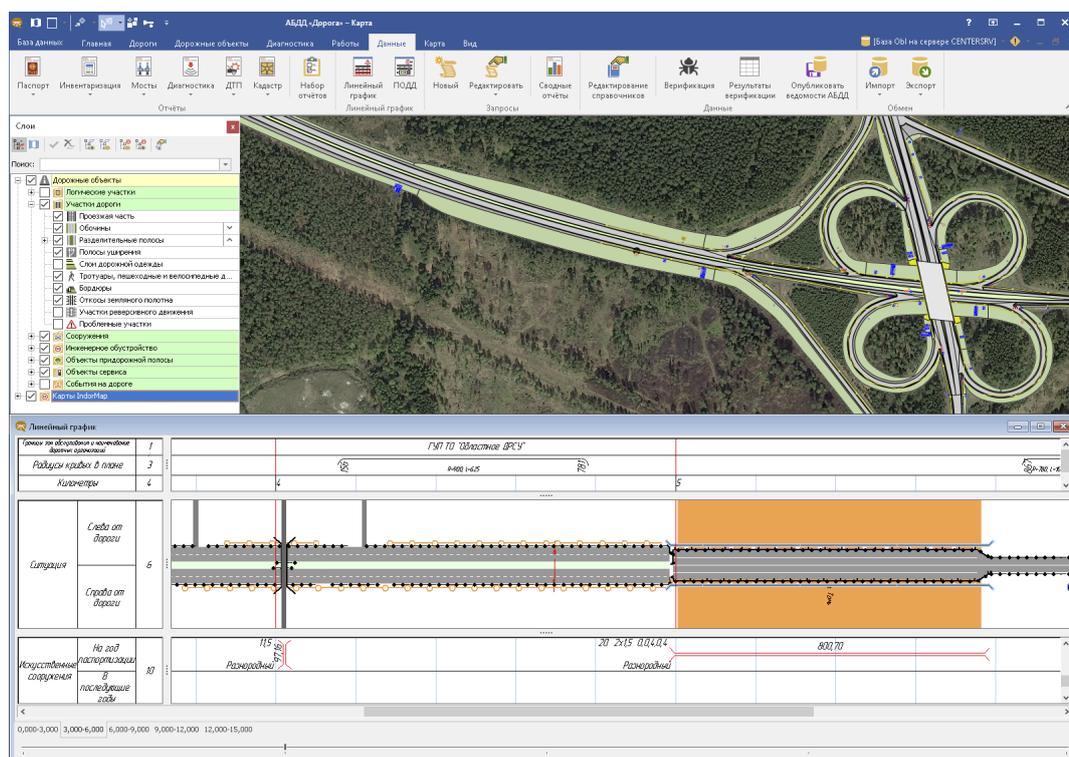


Рис. 7. Модуль ввода и верификации данных модернизированной АБДД «Дорога»: карта с изображением дорожных объектов и линейный график дороги

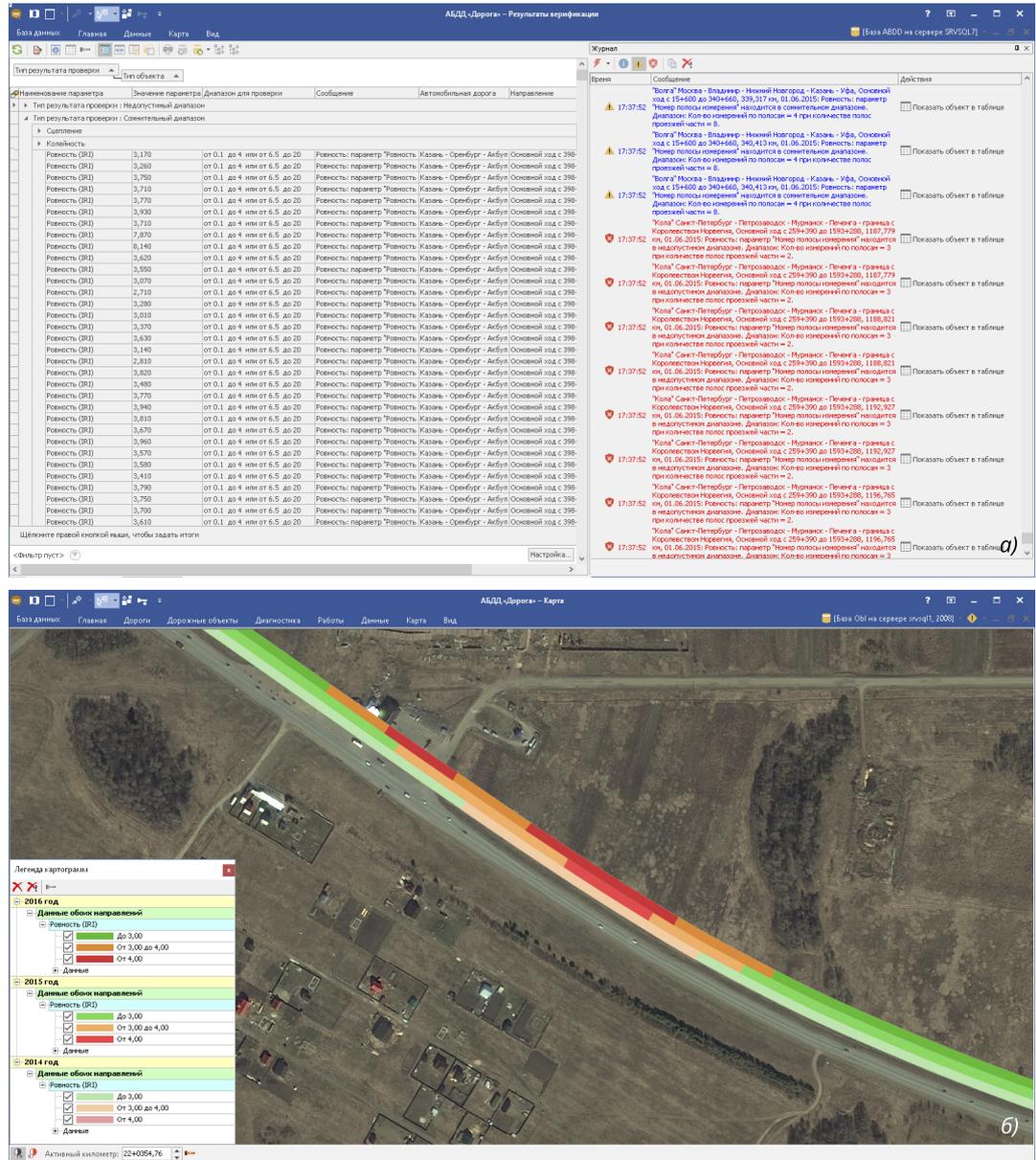


Рис. 8. Модуль ввода и верификации данных модернизированной АБДД «Дорога»: отображение участков с недостаточной ровностью в табличном виде (а) и на карте (б)

(данные за 2011–2016 гг. уже перенесены в новую систему), а также открывается перспектива разворачивания в Росавтодоре единой геoinформационной 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».



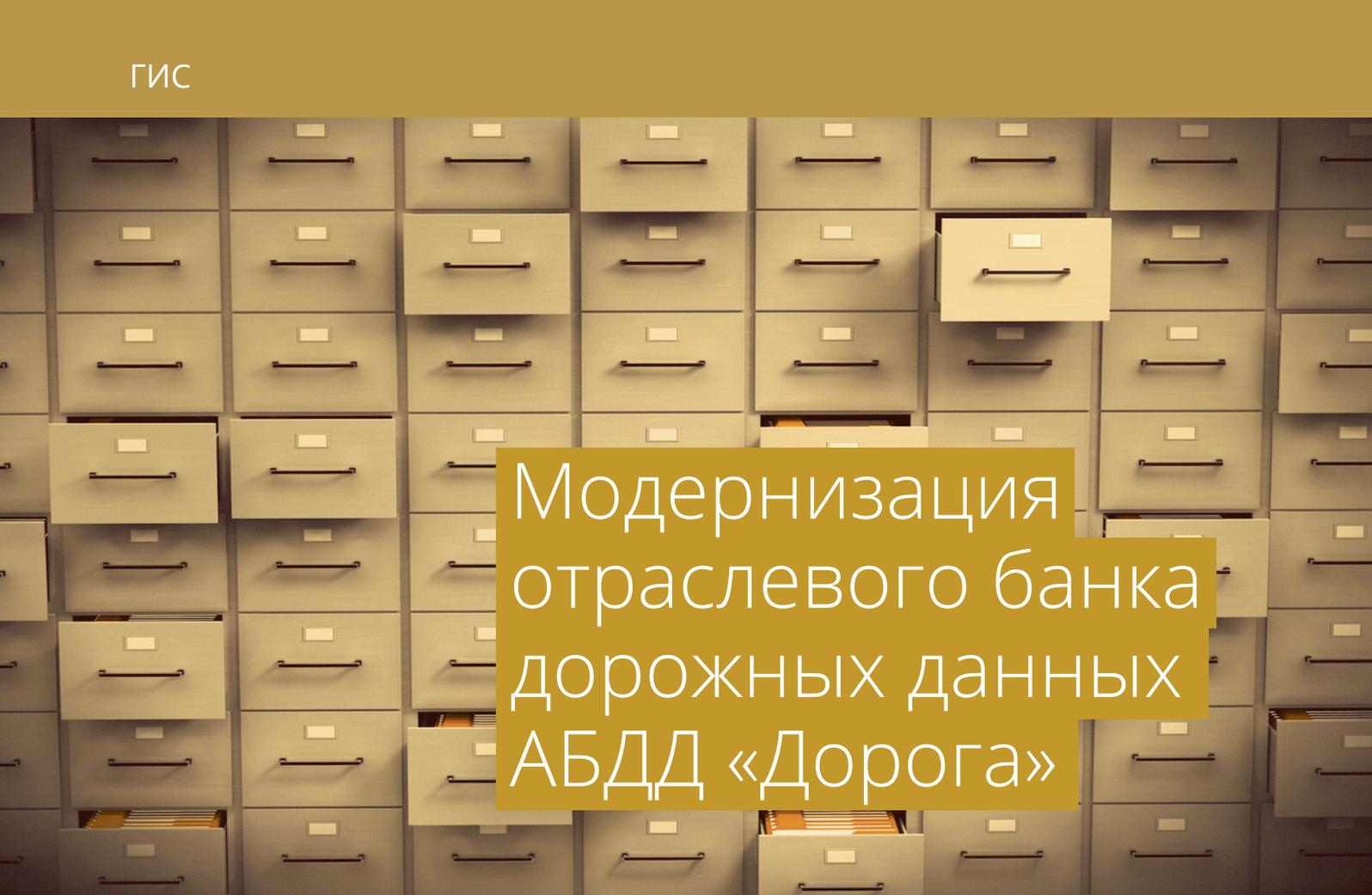
Литература

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.

Адрес	Участок дороги	Препятствие	Наименование	Длина моста, м	Нагрузка	Конструкция
20 + 600	"Московское большое кольцо" Дмитров - Сергиев Посад - Орехово-Зуево - Воскресенск - Михнево - Балабаново - Руза - Клин - Дмитров (Егорьевско-Рязанский перегон)	автодорога	Москва-Рязань	95,5	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
21 + 213	"Балтия" Москва - Волоколамск - граница с Латвийской Республикой (Основной ход с 17+910 до 158+862)	автодорога	Дорога	262	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	металлическая
21 + 085	"Урал" Москва - Рязань - Пенза - Самара - Уфа - Челябинск (Основной ход с 19+250 до 159+675)	автодорога	авт.дорога	84	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
21 + 727	"Урал" Москва - Рязань - Пенза - Самара - Уфа - Челябинск (Основной ход с 19+250 до 159+675)	железная дорога	ж.дорога	102	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
22 + 098	"Московское большое кольцо" Дмитров - Сергиев Посад - Орехово-Зуево - Воскресенск - Михнево - Балабаново - Руза - Клин - Дмитров (Дмитровско-Ярославский перегон)	река (водоток)	Веля	48,27	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
22 + 705	"Балтия" Москва - Волоколамск - граница с Латвийской Республикой (Основной ход с 17+910 до 158+862)	автодорога	Дорога	59	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
22 + 869	"Холмогоры" Москва - Ярославль - Вологда - Архангельск (Основной ход с 16+600 до 115+300)	железная дорога	ж/д, в/д	439,2	АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б
	"Балтия" Москва - Волоколамск - граница с Латвийской Республикой (Основной ход с 17+910 до 158+862)	автодорога	Дорога		АК-11, Н-18, Н-30, НК-80	ж/б

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.



Модернизация отраслевого банка дорожных данных АБДД «Дорога»

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.8

Сарычев Д.С., к.т.н., директор по развитию ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
 Субботин С.А., ведущий программист ООО «ИндорСофт» (г. Томск)
 Скворцов А.В., д.т.н., проф., генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Рассматривается вопрос модернизации автоматизированного банка дорожных данных АБДД «Дорога», с помощью которого в Российской Федерации автоматизируются работы по диагностике: от сбора и верификации данных до оценки состояния дорог и выработки управленческих решений.

Введение

Поддержание в актуальном состоянии дорожных данных, позволяющих выполнять объективную оценку достигнутого уровня развития сети автомобильных дорог в целом или её отдельных участков, является одной из значимых отраслевых задач, на основе результатов которой принимаются важные управленческие решения, направленные на улучшение показателей социально-экономического развития Российской Федерации, обеспечение эффективного целевого расходования бюджетных средств в течение всего жизненного цикла автомобильных дорог [1–3].

Своевременное принятие данных решений в современных условиях невозможно обеспечить без использования автоматизированных систем управления, позволяющих минимизировать трудозатраты, связанные с необходимостью обработки и анализа большого количества неоднородных сведений о различных параметрах и характеристиках автомобильных до-

рог. Качество и работоспособность автоматизированных систем управления во многом зависят от их архитектуры и легитимности используемых ими методических подходов.

Основным используемым на протяжении порядка 20 лет единым отраслевым банком дорожных данных, содержащим информацию об автомобильных дорогах общего пользования федерального значения, является автоматизированный банк дорожных данных (АБДД) «Дорога». Система была разработана в РосдорНИИ в 1990-е гг., а в дальнейшем многократно дорабатывалась. По тем временам это был достаточно современный продукт, позволявший автоматизировать все основные операции, выполняемые при диагностике автомобильных дорог. Тем не менее архитектура системы, модель данных, пользовательский интерфейс, регламент работы с этой системой в настоящее время выглядят анахронизмами. Это является технической причиной, заставлявшей Росавтодор последние годы всё

серьёзнее рассматривать вопрос модернизации АБДД «Дорога».

Полноценное функционирование АБДД «Дорога» невозможно без документов, регламентирующих порядок организации и выполнения прикладных задач, которые связаны со следующими операциями:

- работами по сбору исходной информации об автомобильных дорогах;
- расчётами по оценке состояния автомобильных дорог;
- процедурами по представлению собранной исходной информации и результатов расчётов соответствующим заинтересованным органам управления дорогами.

К сожалению, многие из этих работ и функций не нашли должного отражения в действующих нормативных документах, в связи с чем алгоритмы их выполнения базируются на неутверждённых официально экспертных механизмах.

В 2015 г. Федеральным дорожным агентством была поставлена цель по модернизации существующего АБДД «Дорога» и ревизии нормативно-методического обеспечения процессов сбора, хранения, обработки и предоставления конечным пользователям дорожных данных.

Контракт на выполнение соответствующих работ Росавтодор заключил с АО «Институт «Стройпроект» (г. Санкт-Петербург). Ревизия нормативно-технической базы выполнялась силами ООО «НИПИ ТИ» (г. Санкт-Петербург) и ООО «ИндорСофт» (г. Томск). В разработке программного обеспечения участвовали ООО «ИндорСофт» (г. Томск) и ООО «Автодор» (г. Санкт-Петербург).

Прикладные задачи АБДД «Дорога»

На основе анализа полномочий органов управления автомобильными дорогами, изложенных в Федеральном законе от 08 ноября 2007 г. № 257-ФЗ и «Положении о Федеральном дорожном агентстве» (утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 23 июля 2004 г. № 374) в рамках выполнения работ по модернизации АБДД «Дорога» коллективом соисполнителей по согласованию с Росавтодором был очерчен перечень прикладных задач, решение которых с использованием модернизированного единого отраслевого банка дорожных данных позволит повысить уровень автоматизации при осуществлении органами управления возложенных на них следующих функций.

1. Ведение Единого государственного реестра автомобильных дорог (ЕГРАД), представляющего собой федеральный информационный ресурс, содержащий сведения обо всех автомобильных дорогах Российской Федерации. В соответствии с п. 4 ст. 10 Федерального закона от 08.11.2007 г. №257-ФЗ в реестр вносятся следу-

ющие сведения: сведения о собственнике, владельце автомобильной дороги; наименование автомобильной дороги; идентификационный

В 2015 г. Федеральным дорожным агентством была поставлена цель по модернизации существующего АБДД «Дорога» и ревизии нормативно-методического обеспечения процессов сбора, хранения, обработки и предоставления конечным пользователям дорожных данных.

номер автомобильной дороги; протяжённость автомобильной дороги и используемых на платной основе её участков; сведения о соответствии автомобильной дороги и её участков техническим характеристикам класса и категории автомобильной дороги; вид разрешённого использования автомобильной дороги. Все эти сведения содержатся в АБДД «Дорога» и могут автоматизировано передаваться в ЕГРАД.

2. Формирование технических паспортов автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации, требования к форме и составу которых устанавливаются положениями ВСН 1-83 «Типовая инструкция по техническому учету и паспортизации автомобильных дорог общего пользования», утвержденными Минавтодором РСФСР 1.01.1983 г.

3. Подготовка данных для заполнения форм государственной статистической отчетности о показателях состояния сети автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации, включая:

- 1-ДГ «Сведения об автомобильных дорогах общего пользования и сооружениях на них федерального, регионального или межмуниципального значения»;
- 2-ДГ «Сведения о категориях автомобильных дорог общего пользования федерального, регионального или межмуниципального значения, сельских населенных пунктах, имеющих автотранспортную связь по дорогам с твёрдым покрытием с сетью путей сообщения общего пользования»;
- 7-автодор «Сведения о наличии объектов, повышающих безопасность движения на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения, и мест концентрации дорожно-транспортных происшествий».

4. Подготовка справочно-аналитических сведений о показателях, используемых для оценки эффективности деятельности органов управления автомобильными дорогами федерального значения Российской Федерации, включая а) составление регламентированных информационных отчётов, содержащих сведения о первичных показателях, характеризующих состояние автомобильных дорог федерально-

го значения Российской Федерации, б) составление произвольных аналитических отчётов, содержащих сведения о первичных и комплексных показателях, а также в) расчёт показателей, отражающих транспортно-эксплуатационное состояние автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации с обеспечением возможности анализа их динамики, тенденций и трендов, в том числе:

- определение коэффициентов расчётной скорости;
 - определение средней скорости движения транспортного потока;
 - определение пропускной способности;
 - определение уровня (коэффициента) загрузки движением;
 - определение участков концентрации дорожно-транспортных происшествий (ДТП), их характеристика и расчёт уровня обеспечения безопасности дорожного движения;
 - оценка обеспеченности объектами сервиса;
 - определение остаточного срока службы нежестких дорожных одежд;
 - определение предельно допустимых значений нагрузок на оси транспортных средств.
5. Расчёт значений целевых индикаторов подпрограммы «Автомобильные дороги»:
- протяжённость автомобильных дорог общего пользования федерального значения, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям;
 - доля протяжённости автомобильных дорог общего пользования федерального значения, соответствующих нормативным требованиям к транспортно-эксплуатационным показателям;
 - протяжённость автомобильных дорог общего пользования федерального значения, обслуживающих движение в режиме перегрузки;
 - доля протяжённости автомобильных дорог общего пользования федерального значения, обслуживающих движение в режиме перегрузки;
 - прирост протяжённости автомобильных дорог федерального значения,

на которых будут устранены ограничения пропускной способности;

- прирост протяжённости автомобильных дорог федерального значения, обеспечивающих пропуск транспортных средств с нагрузкой на наиболее загруженную ось 11,5 т;
 - прирост протяжённости линий искусственного электроосвещения на автомобильных дорогах общего пользования федерального значения в отчётном году.
6. Расчёт значений целевых показателей подпрограммы «Автомобильные дороги»:
- строительство бесплатных автомобильных дорог федерального значения;
 - реконструкция бесплатных автомобильных дорог федерального значения.
7. Визуализация сведений о первичных и расчётных показателях (в том числе целевых индикаторов и показателей подпрограммы «Автомобильные дороги») состояния автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации на картографической основе (ГИС) и в форме линейного графика.
8. Формирование проектов планов дорожных работ для обеспечения соответствия показателей ТЭС автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации требованиям, установленным действующими нормативными документами, в том числе:
- определение потребности в работах по реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и формированию опорных планов ремонтных работ с использованием различных сценариев;
 - определение потребности в работах по содержанию и формированию целевых программ для проведения работ по доведению до нормативного состояния отдельных конструктивных элементов автомобильных дорог;
 - подготовка отчётов, содержащих сведения об участках автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации, на которых требуется проведение работ по реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию,

объёмах, сроках и стоимости их выполнения;

- визуализация данных об участках автомобильных дорог федерального значения Российской Федерации, на которых требуется проведение работ по реконструкции, капитальному ремонту, ремонту и содержанию, на картографической основе (ГИС) и в форме линейного графика.

Модернизация АБДД «Дорога»

При анализе существующего АБДД «Дорога» были отмечены следующие особенности.

- Существующий АБДД «Дорога» не отвечает современным требованиям к программному обеспечению по показателям надёжности, производительности, безопасности данных.
- Устаревшие технологии реализации (FoxPro) не имеют перспектив модернизации и взаимодействия с внешними системами.
- Устаревшая структура базы данных (БД) не соответствует ни отечественному, ни мировому опыту создания баз дорожных данных.
- В процессе диагностики и формирования базы данных в старом АБДД «Дорога» нет разделения на постоянные и переменные параметры дороги.
- Отсутствие единой системы адресации объектов на дороге затрудняет связь с другими базами данных и ретроспективный (за разные годы) анализ транспортно-эксплуатационного состояния дороги.

С целью оптимизации состава дорожных данных, подлежащих хранению в едином отраслевом автоматизированном банке дорожных данных, был выполнен анализ структуры используемого в настоящее время отраслевого АБДД «Дорога», который показал, что в состав банка дорожных данных в настоящее время входят 59 таблиц, содержащих данные о показателях состояния автомобильных дорог, собираемых в результате выполнения работ по диагностике. Общее количество полей в данных таблицах составляет 928 шт., из которых могут быть выделены 270 полей, непосредственно содержащих информацию о собираемых показате-

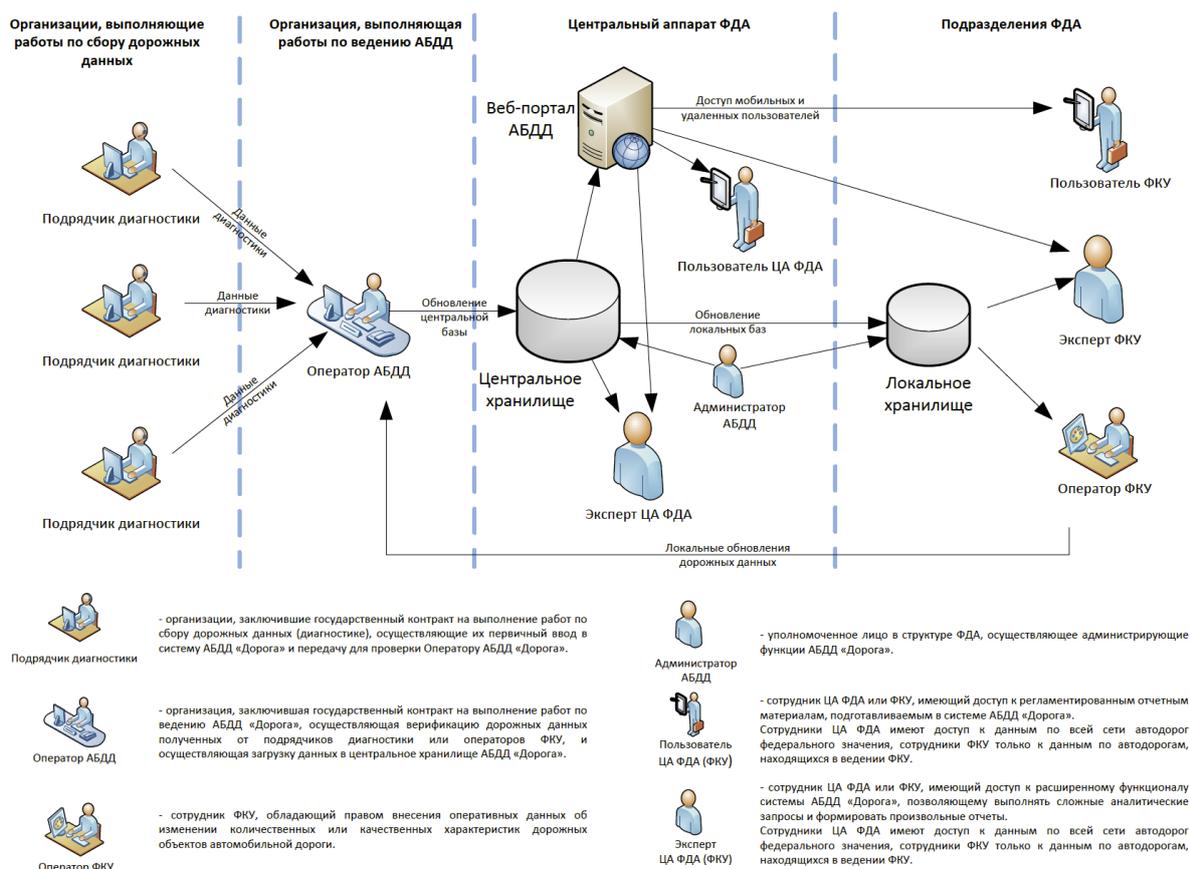


Рис. 1. Структура потоков данных модернизированного АБДД

лях состояния автомобильных дорог. Остальные 658 полей используются для хранения:

- даты занесения информации;
- кода дороги;
- описания линейной (адресной) привязки и протяжённости участков автомобильной дороги и дорожных сооружений, являющихся её технологической частью;
- детальной информации о параметрах, собираемых по отдельным полосам движения;
- сведений о различных конкретных видах дефектов (при этом сам параметр наличия дефектов включён в состав 270 полей);
- нормативных значений показателей и параметров дорожных сооружений, требуемых действующими документами.

Для формирования технического проекта модернизации АБДД «Дорога» были изучены ведущие мировые практики по моделированию автомобильных дорог в аналогичных информационных системах. Были отмечены следующие важные особенности:

1. В аналогичных мировых дорожных информационных системах все дорожные данные хранятся в совокупности взаимосвязанных баз данных, в том числе [4]:
 - Навигационная база данных (с топологией и упрощённой геометрией) автомобильной дороги. Эта структура базы данных определяет правила километражной адресации объектов на дороге, а также механизм подключения иных дорожных данных.
 - База данных по паспортизации (инвентаризации).
 - База данных по ДТП.
 - База данных по диагностике дорог.
 - База данных по содержанию.
2. В настоящее время за рубежом разработано множество стандартов на эти базы данных, наиболее популярными из которых являются UNITRANS (США, 2002 г.) и EuroRoadS (проект по унификации разрозненных баз данных в Европе, 2006–2018 гг.).
3. Основное развитие диагностики как составной части процесса со-

держания проведено под эгидой Всемирного банка, отражено в виде методик HDM-4 и базируется на IRI. Современное развитие процесса содержания дорог (Asset Management) выполняется уже в рамках процессов информационного моделирования (Building Information Modeling, BIM) [3, 5], базирующихся для стадии эксплуатации на технологиях геоинформационных систем (ГИС) [4]. На основе анализа существующей практики работы АБДД «Дорога» и международного опыта были сформулированы следующие ключевые решения по модернизации АБДД «Дорога».

Во-первых, были формализованы основные потоки данных между участниками информационного взаимодействия при диагностике и оценке технического состояния автомобильных дорог. Обобщённая структура потоков данных модернизированного АБДД «Дорога» представлена на рис. 1.

Было выделено два сегмента работы с АБДД: «сегмент ввода и обработки данных» и «сегмент представления

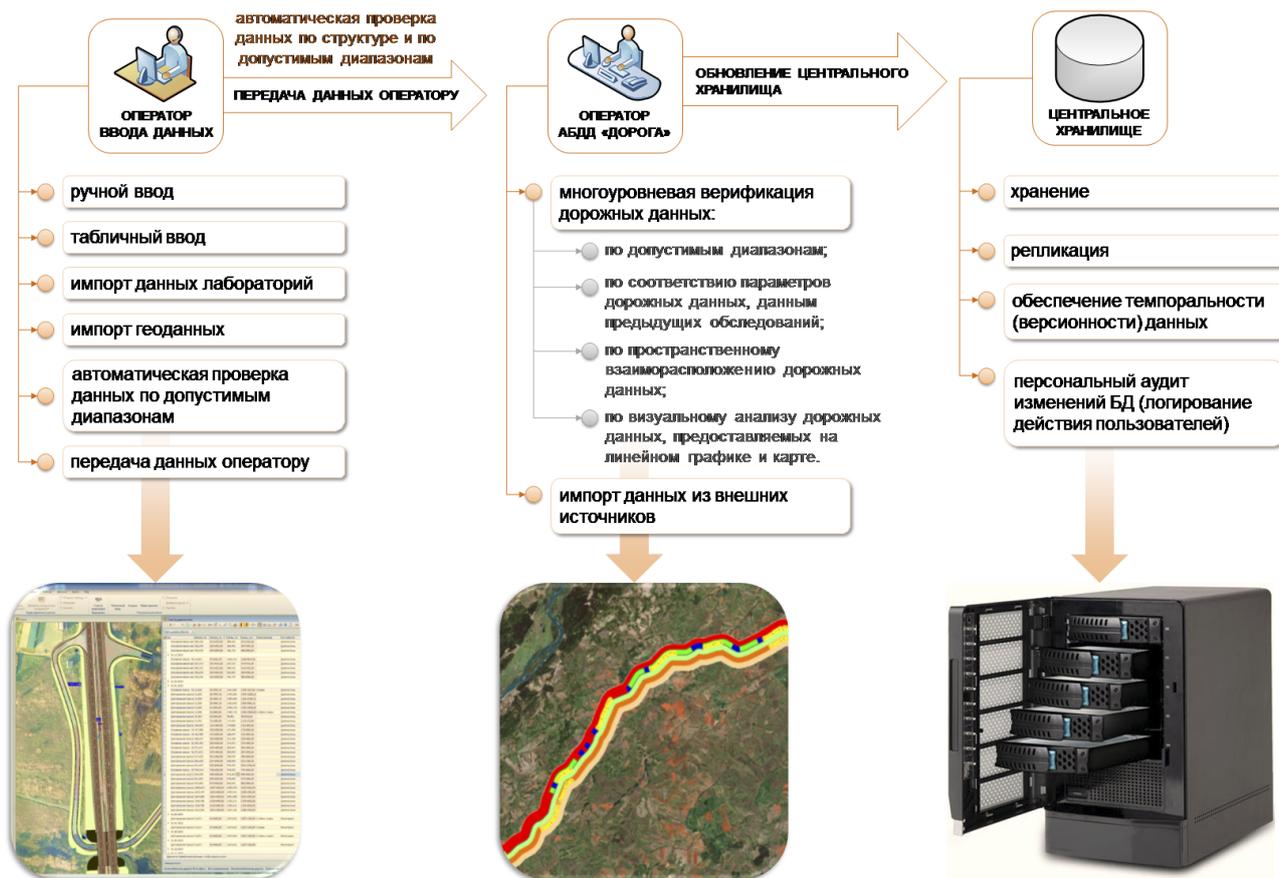


Рис. 2. Сегмент ввода данных модернизированного АБДД

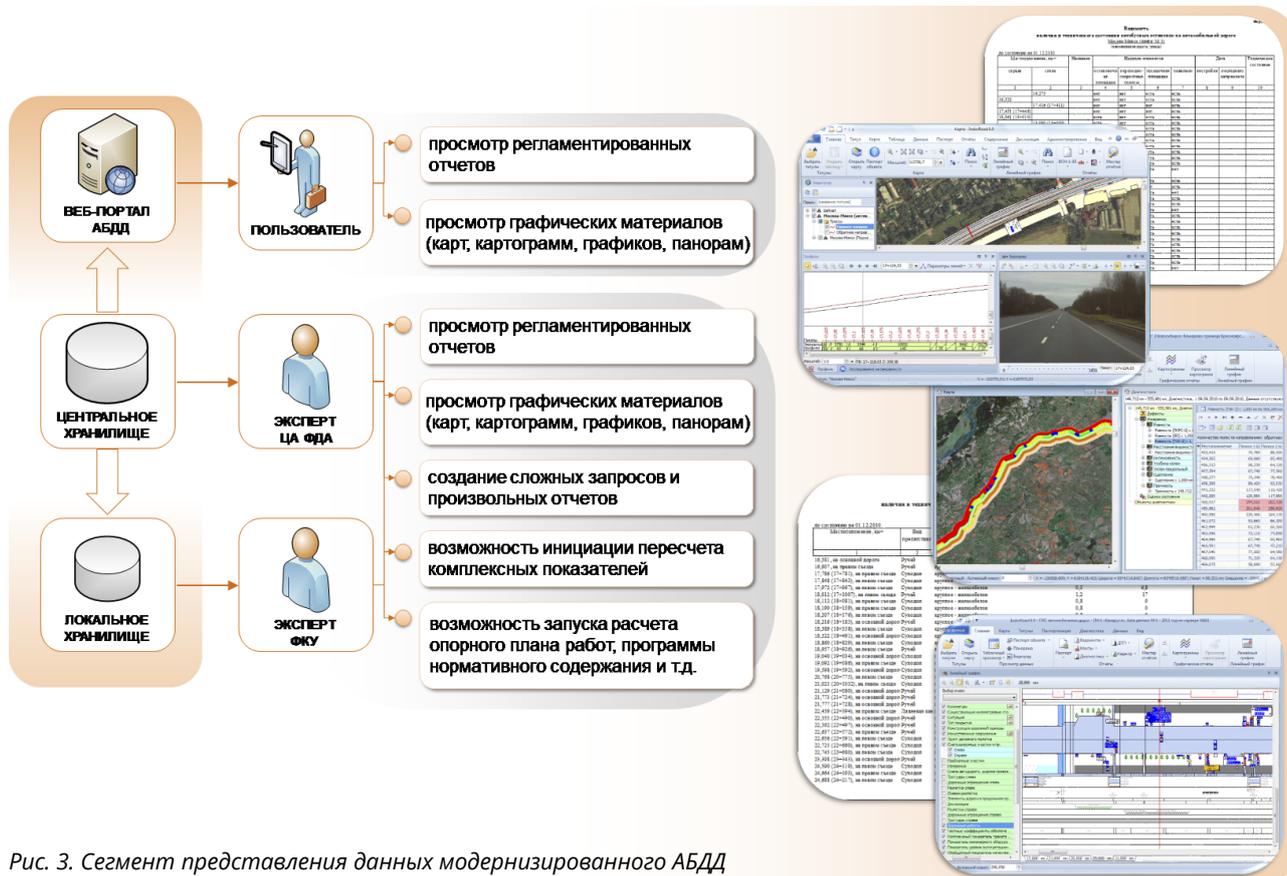


Рис. 3. Сегмент представления данных модернизированного АБДД

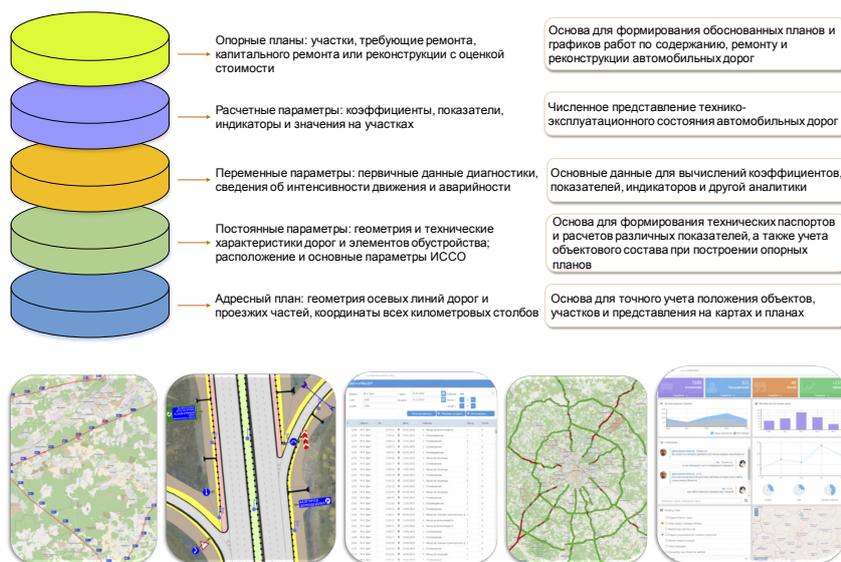


Рис. 4. Ключевые разделы данных модернизированного АБДД

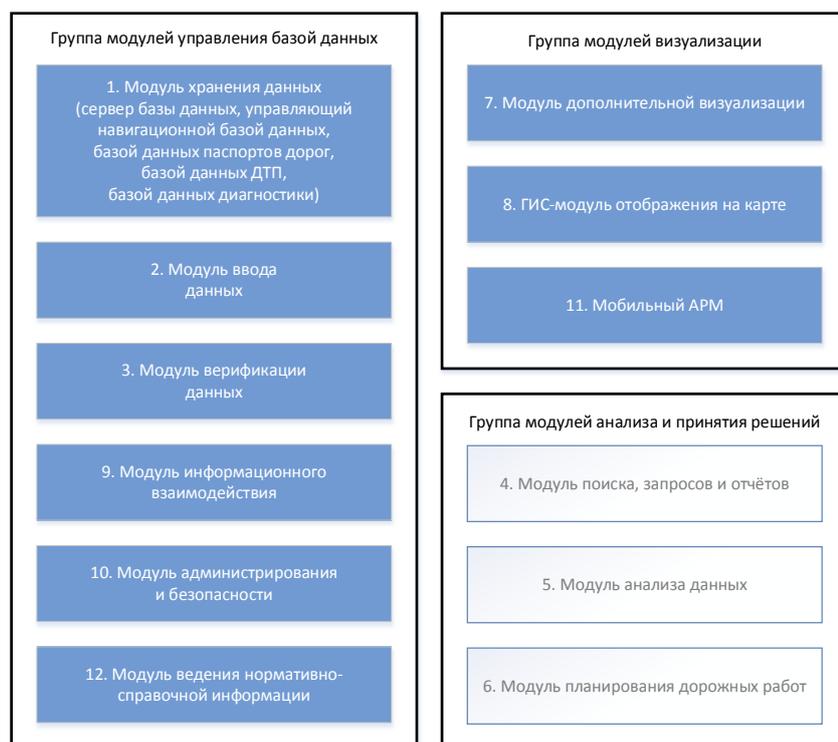


Рис. 5. Состав модулей модернизированного АБДД

данных». Функции участников информационного взаимодействия в каждом из этих сегментов представлены на рис. 2 и 3.

Также были проанализированы виды дорожных данных, имеющие отношение к оценке технического состояния и планирования дорожных работ. Эти виды данных условно поделены на пять ключевых разделов, представленных на рис. 4.

Модули модернизированного АБДД «Дорога»

На основании изложенной концепции функционирования модернизированного АБДД «Дорога» были разработаны архитектура и модули нового АБДД «Дорога».

Список модулей (рис. 5):

- № 1. Модуль хранения данных.
- № 2. Модуль ввода данных.

- № 3. Модуль верификации данных.
- № 4. Модуль поиска, запросов и отчетов.
- № 5. Модуль анализа данных.
- № 6. Модуль планирования дорожных работ.
- № 7. Модуль дополнительной визуализации.
- № 8. Модуль отображения данных на картографической основе (ГИС-модуль).
- № 9. Модуль информационного взаимодействия.
- № 10. Модуль администрирования и безопасности.
- № 11. Мобильное автоматизированное рабочее место.
- № 12. Модуль ведения нормативно-справочной информации.

Группа модулей управления базой данных (№ 1–3, 9, 10, 12) опирается на серверные компоненты геоинформационной системы IndorRoad [6], которая имеет проработанную структуру базы данных для ведения адресного плана [7], паспортизации и диагностики. Эта система уже получила многолетнюю апробацию в Росавтодоре, ГК «Автодор» и ряде управлений автомобильных дорог территориального и муниципального уровней.

Группа модулей визуализации (№ 7, 8, 11) обеспечивает отображение картографической информации, линейных графиков и панорамных видеорядов на настольных компьютерах, а также ограниченное отображение данных диагностики на мобильном рабочем месте.

В качестве ядра группы модулей визуализации используется сервер визуализации на основе серверной ГИС IndorRoad Server. Сервер визуализации обращается к серверам данных (с адресным планом, паспортными данными, данными диагностики, а также с другими данными в Росавтодоре, Росреестре и пр.) и формирует необходимые графические изображения.

Группа модулей анализа и принятия решений (№ 4–6) опирается на серверные компоненты геоинформационной системы IndorRoad, которая имеет проработанную структуру базы данных для ведения адресного плана, паспортизации и диагностики. Общая архитектура этой группы модулей представлена на рис. 6.

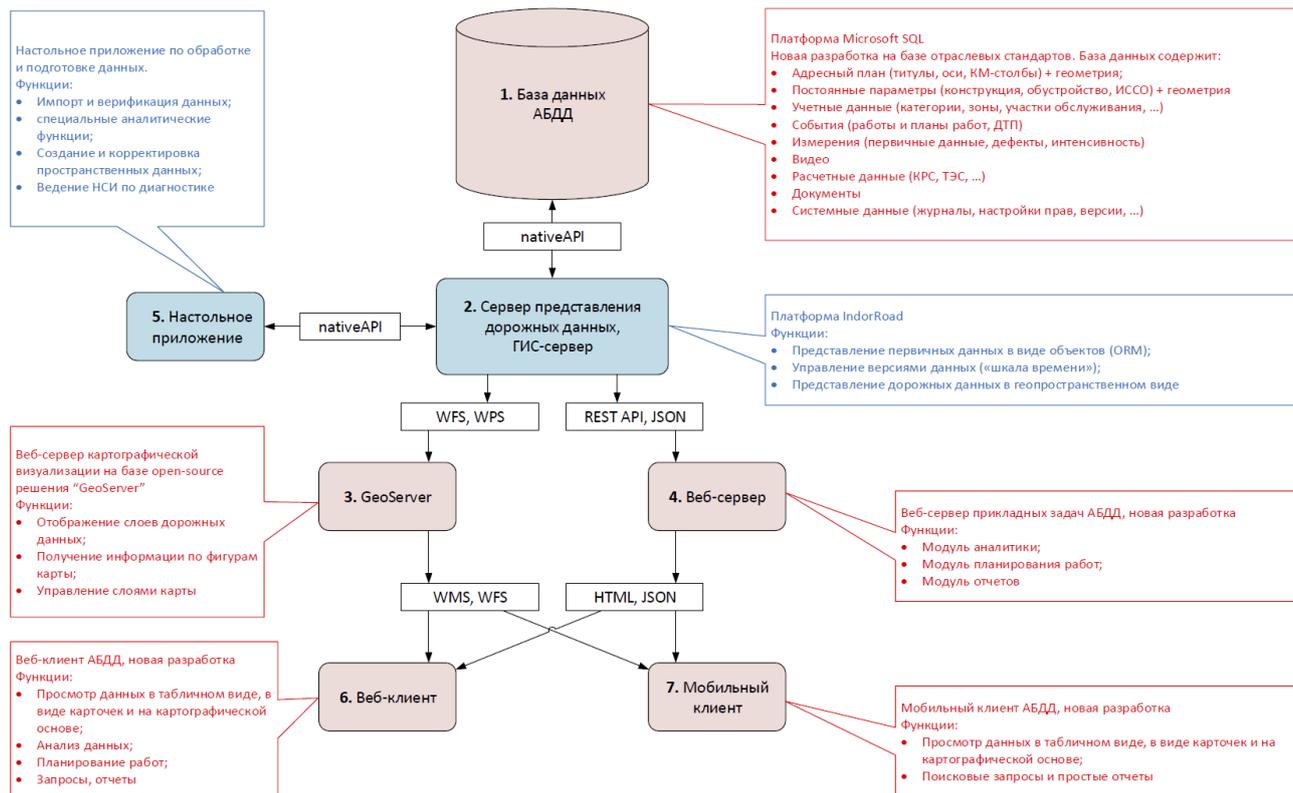


Рис. 6. Компоненты модернизированного АБДД

Рассмотрим основные функции модулей модернизированного АБДД «Дорога».

№ 1. МОДУЛЬ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Ключевые особенности:

- Структура базы данных (таблицы, связи, ограничения целостности, виды). Принципиальное отличие новой базы данных АБДД «Дорога» от ранее существовавшей заключается в опоре на международный опыт и совместимость с европейскими и американскими стандартами, что позволяет заложить фундамент как для расширения возможностей АБДД «Дорога» в будущем, так и для обеспечения взаимодействия с другими программными системами (например, с прикладными системами АСУ Росавтодора). Основные принципы разработки базы данных нового АБДД «Дорога» были выработаны ранее по заказу Росавтодора и изложены в [7, 8].
- Представление базовых геопространственных данных о сети дорог: оси проезжих частей в мировой системе координат, топо-

логическая связность осей, координаты километровых столбов, линейная метрика (проектный километраж); пространственное представление полос движения и переходно-скоростных полос; пространственное представление искусственных сооружений (ИССО) и хранение ссылок на систему АБДД (вариант АИС ИССО-Н – системы по ведению данных и расчётам ИССО, эксплуатируемой в Росавтодоре); пространственное представление элементов обустройства и их параметров; описания покрытия проезжих частей, обочин, модели земляного полотна.

- Представление переменных параметров дороги (данных диагностики): описание измерений и дефектов, связь с осями дорог, полосами движения.
- Представление дополнительных данных: изображений, документов, видеофайлов, а также километропривязанных видеорядов, в том числе панорамных.
- Все данные версионизируются, то есть хранится история всех изменений, старые данные всегда

можно сравнить с новыми или просто получить срез данных за требуемый момент времени [9]. Функция версионирования важна для юридического контроля достоверности данных, а также для ретроспективного анализа изменения состояния дороги и принятия управленческих решений.

- Права доступа ко всем видам данных гибко настраиваются (через роли и пользователей).
- Имеется механизм репликации (синхронизации, обновления данных) на нескольких территориально распределённых серверах (например, в ФДА, в ФКУ, у оператора).
- Платформа Microsoft SQL Server (опционально – PostgreSQL).

№ 2. МОДУЛЬ ВВОДА ДАННЫХ

Отдельное приложение IndorRoad, работающее с базой данных модуля № 1. Его функции:

- Табличный ввод данных с возможностью интерактивного выбора участка на карте или из списка (рис. 7).
- Импорт данных дорожных лабораторий, в том числе из наибо-

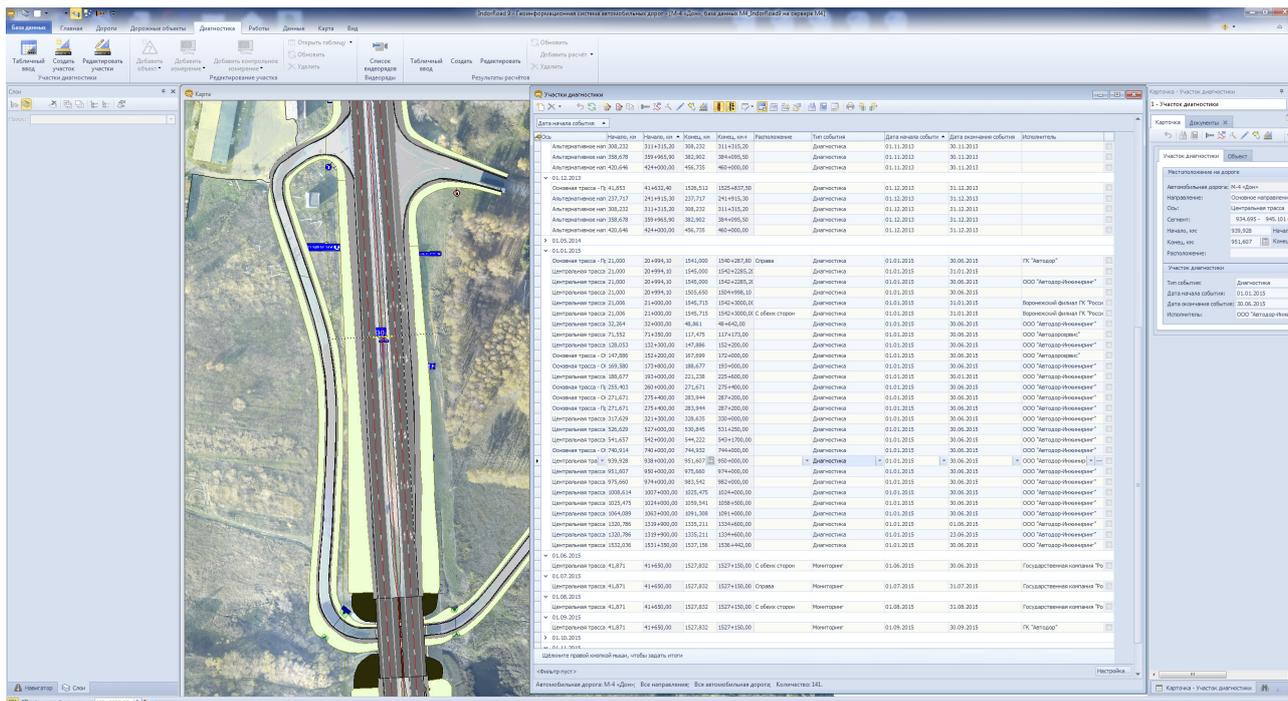


Рис. 7. Внешний вид модуля ввода данных модернизированного АБДД

лее распространённых в России лабораторий производства СНПЦ «Росдортех» и НПО «Регион».

- Импорт данных из старого АБДД «Дорога».

№ 3. МОДУЛЬ ВЕРИФИКАЦИИ ДАННЫХ

Отдельное приложение, работающее с базой данных модуля № 1. Его основной функцией является контроль каче-

ства данных, загружаемых в базу. Это обеспечивается двумя способами:

- На уровне ограничений целостности, реализованных на уровне ядра базы данных (т.е. внутри модуля № 1). К таким ограничениям относятся 1) проверки допустимых диапазонов значений параметров, 2) использование правильных кодов из справочников перечисляемых параметров (указанных в модуле № 12 ведения

нормативно-справочной информации), 3) контроль топологической, геометрической и технологической допустимости значений параметров.

- Контроль качества данных, уже загруженных в базу данных (рис. 8). Как правило, такие проверки позволяют обнаружить недостаточно введенные данные, найти различные систематические и случайные ошибки. Основными инструментами здесь являются математическая статистика и графическая визуализация данных диагностики на карте и на линейном графике.

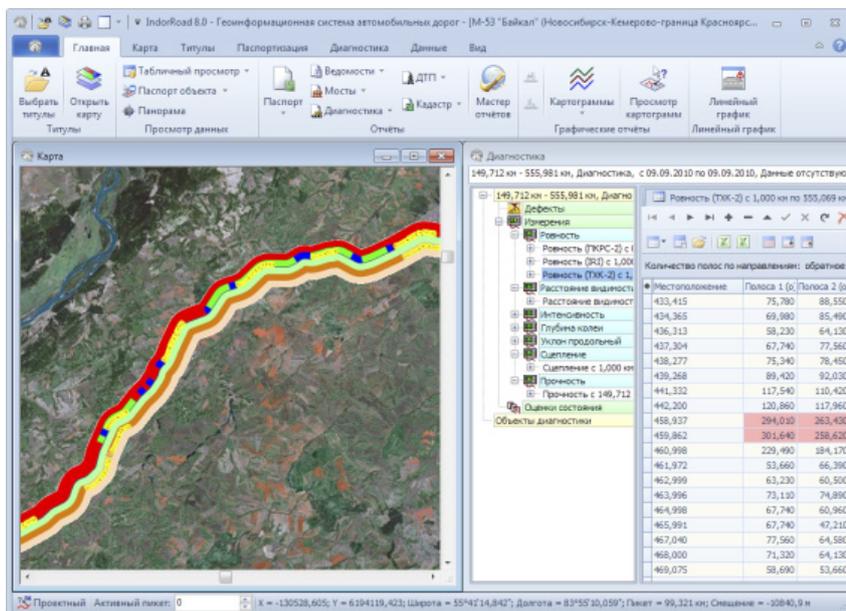


Рис. 8. Внешний вид модуля верификации данных модернизированного АБДД

№ 4. МОДУЛЬ ПОИСКА, ЗАПРОСОВ И ОТЧЁТОВ

Данный модуль предназначен для формирования регламентных отчётов по автомобильным дорогам или их участкам (рис. 9). Группировка выдаваемой информации возможна по федеральным округам, ФКУ, регионам, дорогам или их участкам. Сформированные отчёты можно распечатать или скачать на компьютер. Некоторые виды отчётной информации можно просмотреть в виде диаграмм или отобразить на карте (рис. 10).

Модуль спроектирован таким образом, чтобы упростить получение

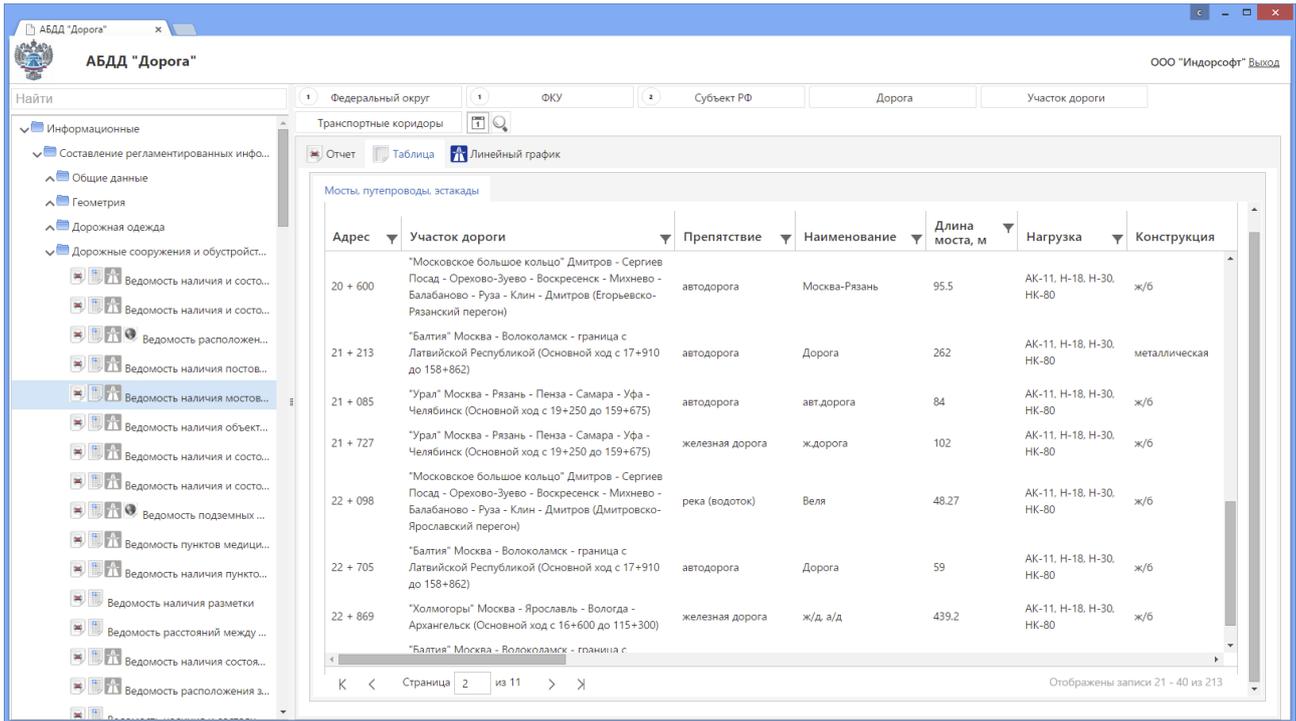


Рис. 9. Модуль поиска, запросов и отчётов модернизированного АБДД «Дорога» (формирование регламентного отчёта)

информации о дорогах и максимально снизить пользовательские требования к используемому компьютеру.

№ 5. МОДУЛЬ АНАЛИЗА ДАННЫХ

Данный модуль предназначен для формирования различных аналитических (в том числе нестандартных) отчётов по автомобильным дорогам или их участкам (рис. 11).

№ 6. МОДУЛЬ ПЛАНИРОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ РАБОТ

Модуль планирования дорожных работ предназначен для формирования перечня участков дорог для включения в программы работ по ремонтам, капитальным ремонтам и содержанию.

Для формирования проектов планов дорожных работ предусмотрены две функции: 1) определение потребности в ремонтных работах и 2) разработка опорных планов ремонтных работ.

Для формирования работ по содержанию дорог должны решаться задачи планирования целевых программ и нормативного содержания.

Сформированные планы дорожных работ при необходимости могут быть переданы в прикладные системы АСУ Росавтодора «Ремонт и содержание дорог» и «Строитель».

№ 7. МОДУЛЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Данный модуль интегрирован с модулем ввода данных на основе IndorRoad (рис. 12). Он позво-

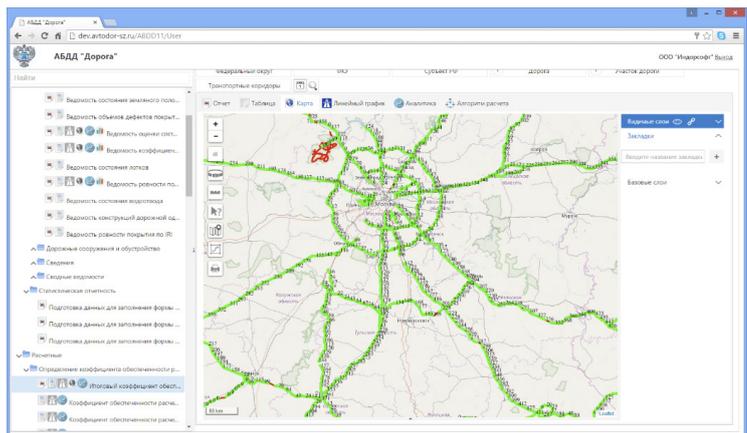


Рис. 10. Модуль поиска, запросов и отчётов модернизированного АБДД «Дорога» (просмотр итоговых коэффициентов оценки транспортно-эксплуатационного состояния дорог на карте)

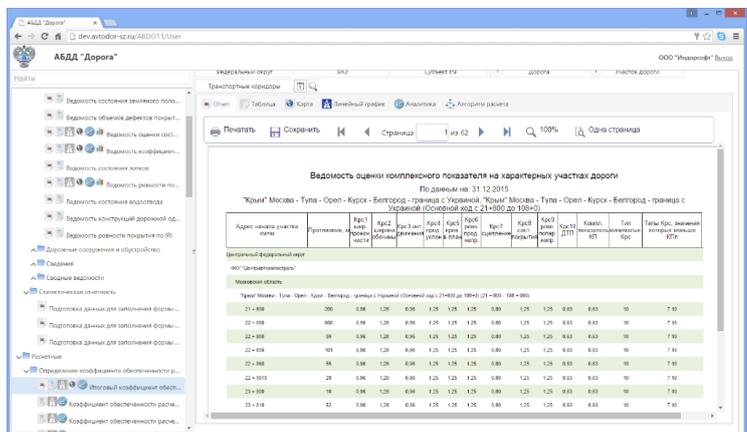


Рис. 11. Модуль анализа данных модернизированного АБДД «Дорога» (формирование расчётной ведомости оценки комплексного показателя на характерных участках дороги)

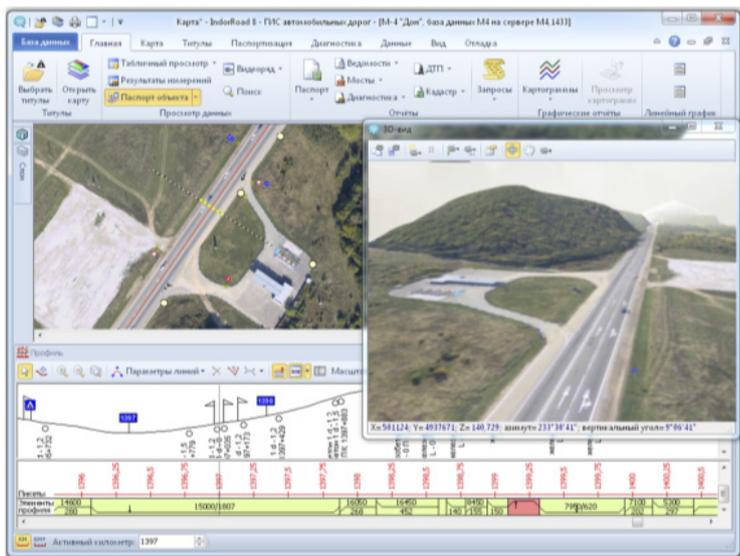


Рис. 12. Модуль дополнительной визуализации модернизированного АБДД «Дорога»

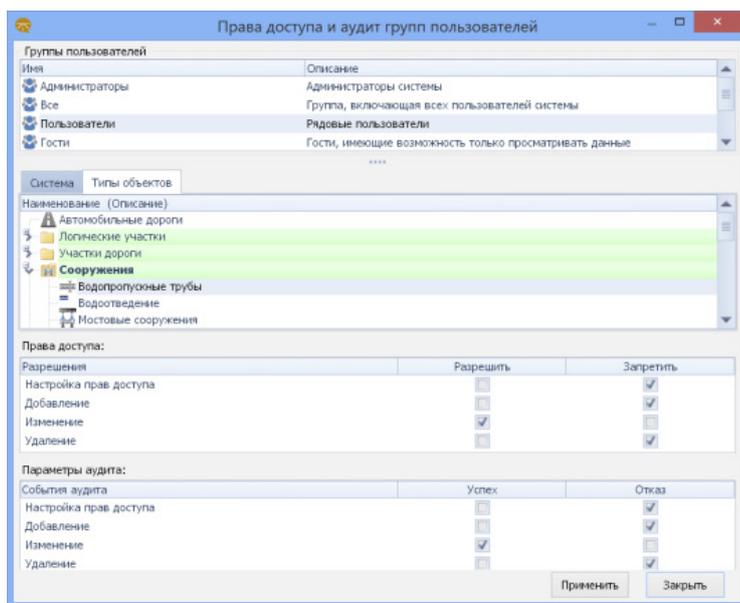


Рис. 13. Внешний вид модуля администрирования модернизированного АБДД

ляет визуализировать панорамные (сферические) видеоряды, а также линейные графики.

№ 8. МОДУЛЬ ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ НА КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ (ГИС-МОДУЛЬ)

В соответствии с ТЗ модуль должен:

- уметь визуализировать информацию на картографической основе для обеспечения навигации экспертов в едином информационном пространстве, содержащем данные о технико-экономическом состоянии автомобильной дороги;
- обеспечивать управление пространственными данными, включая их подготовку, обработку и преобразование;

- состоять из настольного приложения для редактирования и web-приложения для поиска и просмотра данных.

Функционал настольного приложения наиболее востребован при подготовке данных (в модулях №№ 1–3). Функционал web-приложения интегрирован в модулях №№ 4 и 5.

№ 9. МОДУЛЬ ИНФОРМАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Данный модуль обеспечивает информационное взаимодействие с уже эксплуатируемыми в АСУ Росавтодора прикладными системами с помощью процедур экспорта/импорта данных, а также посредством интеграционной шины Росавтодора.

№ 10. МОДУЛЬ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ И БЕЗОПАСНОСТИ

Данный модуль обеспечивает управление пользователями, правами доступа и настройками АБДД «Дорога», а также предназначен для просмотра протоколов работы системы и пользователей с системой (рис. 13). Реализация модуля администрирования и безопасности базируется на уровне структуры базы данных, т.е. изнутри модуля хранения данных.

№ 11. МОБИЛЬНЫЙ АРМ

Данный модуль позволяет получать доступ к данным по сети автомобильных дорог в табличном виде, а также на карте (рис. 14).

№ 12. МОДУЛЬ ВЕДЕНИЯ НОРМАТИВНО-СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Данный модуль обеспечивает управление справочниками, классификаторами и реестрами объектов в составе АБДД «Дорога» (рис. 15). Модуль ведения нормативно-справочной информации во многом завязан на модули хранения данных, ввода данных и информационного взаимодействия и основан на системе IndorRoad. Это позволяет единообразно использовать имеющиеся механизмы репликации для автоматического копирования изменяемых справочников, реестров и вводимых данных между географически распределёнными серверами (между Росавтодором, органами управления дорожным хозяйством и подрядными организациями).

Миграция данных из старого АБДД «Дорога»

В процессе разработки нового модернизированного АБДД «Дорога» и подготовки его к эксплуатации была проведена миграция исторических данных из старого АБДД «Дорога».

Для миграции из АБДД «Дорога» были использованы данные за последние шесть лет — с 2011 по 2016 гг. включительно. Данные за каждый год размещаются в отдельной папке. Общий объём

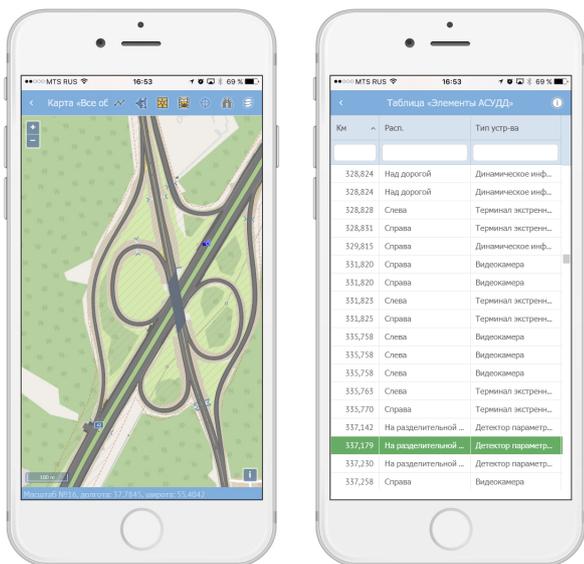


Рис. 14. Внешний вид модуля мобильного АРМ

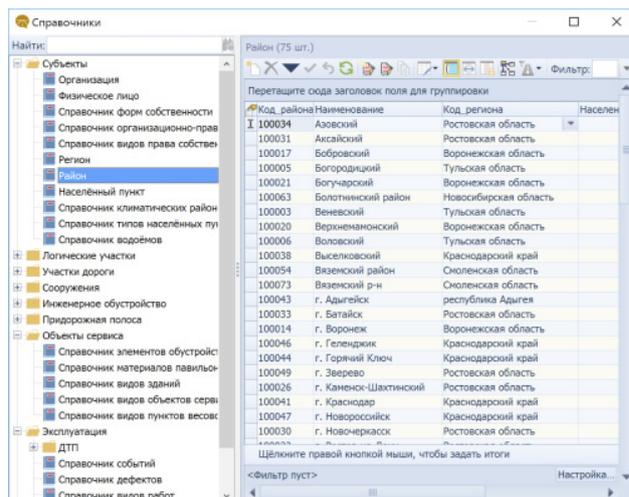


Рис. 15. Внешний вид модуля ведения нормативно-справочной информации модернизированного АБДД «Дорога»

ём исходных данных составил около 2,5 Гб. Исторически данные были накоплены копированием базы данных из одного года в следующий год с обновлением некоторых видов данных и добавлением новой информации. За разные годы в соответствующих базах данных содержались сведения о дорогах в количестве от 372 до 602. Данные за различные годы связаны между собой достаточно слабо. Зачастую в одной таблице собраны разнородные по своей природе данные, относящиеся к различным сущностям реального мира. Линейная привязка дорожных данных и данных диагностики осуществлялась по эксплуатационному километру (номер километрового столба + расстояние от него в метрах). Географическая привязка дорожных данных отсутствовала.

Как уже отмечалось выше, в некоторых таблицах старого АБДД «Дорога» были собраны разнотипные данные, относящиеся к различным конструктивным элементам дорог. Разработчики АБДД при его проектировании отталкивались от вида отчётных форм, а не от реальной модели различных дорожных объектов. Логически не были разделены постоянные параметры дорожных объектов и переменные параметры (те, которые собственно и необходимо измерять при выполнении ежегодной диагностики). Кроме того, в некоторых таблицах наряду с исходными данными

диагностики находились и расчётные параметры, которые должны вычисляться в процессе аналитических расчётов.

В процессе миграции данных пришлось учитывать эти особенности и импортировать данные из одной таблицы АБДД «Дорога» в несколько таблиц новой БД, или, наоборот, собирать данные для одной таблицы новой БД из нескольких таблиц старой БД АБДД «Дорога».

В базе данных старого АБДД «Дорога» для задания справочных значений повсюду используются коды, а сами значения описаны только в документации (контекстной справке). Зачастую эти коды и их значения не соответствовали содержанию справочников новой БД. Поэтому был разработан и использован специальный алгоритм по подбору эквивалентных справочных значений и добавлению недостающих значений в справочники новой БД.

Организация работ по диагностике и сопровождению нового АБДД «Дорога»

При планировании работ по диагностике сети федеральных автомобильных дорог была предложена следующая последовательность действий по работе с модернизированным АБДД «Дорога»:

1. Назначается Оператор АБДД-М «Дорога».

2. Центральная база данных разворачивается на сервере Оператора.
3. Генеральный подрядчик работ по диагностике передаёт Оператору перечень субподрядных организаций с указанием соответствующих им дорог (участков дорог).
4. Оператор в соответствии с этим перечнем формирует из центральной базы пакеты данных для каждой из субподрядных организаций.
5. Оператор выписывает для каждой субподрядной организации лицензию на использование модуля ввода и верификации.
6. Оператор для каждой субподрядной организации выдает инструкцию для выполнения выгрузки данных в центральную БД.
7. Оператор передаёт Генеральному подрядчику сформированные пакеты данных, выписанные лицензии, инструкции для выполнения выгрузки данных и дистрибутив модуля ввода данных.
8. Оператор размещает на своём сайте дистрибутив модуля ввода данных и инструкции по работе с ним.
9. Генеральный подрядчик раздает данные, дистрибутивы и инструкции субподрядчикам.

10. Субподрядчики загружают исходные данные в свои локальные БД.
11. Субподрядчики вносят в БД данные диагностики.
12. Субподрядчики производят верификацию внесённых данных.
13. Субподрядчики выгружают пакеты данных из своей БД и передают их Оператору.
14. Оператор загружает данные субподрядчиков в центральную БД.
15. Оператор выполняет процедуру верификации данных.
16. Оператор передаёт Генеральному подрядчику результаты верификации.
17. Оператор при получении подтверждения от Генерального подрядчика публикует данные диагностики для доступа к ним из модулей запросов, отчётов и анализа данных.
18. Оператор осуществляет техническую поддержку для субподрядных организаций по работе модуля ввода и верификации.

Заключение

В процессе модернизации АБДД «Дорога» в альянсе соисполнителей под руководством генподрядчика АО «Институт "Стройпроект"» (г. Санкт-Петербург) сложилась творческая рабочая атмосфера, позволившая решить сложный набор поставленных заказчиком задач, хотя и несколько затянув сроки исполнения.

При выполнении работ благодаря активной позиции заказчика были привлечены многие ведущие отраслевые специалисты и организации, в том числе РосдорНИИ – разработчик старого АБДД «Дорога», служившей верой и правдой родной отрасли ещё с прошлого века.

Очень важно, что новый АБДД «Дорога» построен по модульному принципу с большим «запасом прочности». В качестве основного хранилища использована база данных широко распространённой отечественной ГИС автомобильных дорог IndorRoad, спроектированная с учётом современных требований к ГИС автомобильных дорог и тенденций информационного моделирования (ВІМ). База данных АБДД «Дорога», в свою очередь, состоит из:

- адресного плана дороги (геометрии осевых линий дорог и проезжих частей; координат всех километровых столбов);
- блока постоянных параметров дороги (геометрии и технических характеристик дорог и элементов обустройства; расположения и основных параметров ИССО);
- блока переменных параметров (первичных данных диагностики, сведений об интенсивности движения и аварийности);
- блока расчётных параметров (коэффициентов, показателей, индикаторов и значений на участках);

- опорных планов работ (участков, требующих ремонта, капитального ремонта или реконструкции с оценкой стоимости).

В зависимости от сложности решаемых задач пользователь работает либо на «тяжёлом» настольном клиенте (при вводе данных), либо в окне браузера (при анализе данных), либо на планшете или телефоне (при просмотре данных).

Всё это позволяет с уверенностью смотреть в будущее дорожной отрасли. ■

Литература

1. Бойков В.Н. IT-технологии в поддержке жизненного цикла дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 1, 6–7. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.1
2. 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
3. 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
4. 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.
5. Скворцов А.В. ВІМ для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 8–11. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.2
6. 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
7. 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
8. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Базовая модель дорожных данных в проекте ГОСТ // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 98–102. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.16
9. Скачкова А.С., Субботин С.А., Скворцов А.В. Поддержка темпоральности в ГИС автомобильных дорог IndorRoad // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 82–86. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.1.18

Геопортал как элемент технологии информационного моделирования и корпоративной системы управления проектами



DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.9

Гумеров Д.И., ведущий инженер АО «Союздорпроект» (г. Москва)
Лигоцкий А.Н., руководитель проекта АО «Союздорпроект» (г. Москва)

Рассказывается об опыте создания корпоративной геоинформационной системы на базе веб-ГИС-технологии и использовании её как элемента корпоративной системы управления проектами. Описаны преимущества геопорталов в качестве веб-решений для общего доступа к пространственным данным. Также приведён опыт создания и развёртывания веб-ГИС на основе программного обеспечения с открытым исходным кодом (open source).

Современные геоинформационные системы (ГИС) выполняют множество разнообразных задач по навигации, аналитике во многих сферах нашей жизни. Круг задач, решаемых ГИС, весьма разнообразен: информационно-справочные системы, сетевой анализ, управление инфраструктурой и её развитием, слежение за транспортными потоками, мониторинг различных техногенных и природных явлений (пожары, наводнения, загрязнения окружающей среды). Также в эти задачи входит пространственный анализ, моделирование, разведка недр, проектирование линейных и площадных объектов, планирование [1].

Для этих целей ГИС снабжены достаточно сложным математическим аппаратом, а также языком запросов SQL. SQL используется в системах управления базами данных (СУБД). В ГИС же он переключался как вспомогательная система

для сложноструктурированных географических запросов.

Практически все из наиболее популярных в настоящее время ГИС: ArcGIS, Geomedia Professional, Mapinfo, AutoCAD Map — имеют обширный инструментарий для работы с векторными и растровыми данными, базами данных, формирования запросов. При этом базы данных могут как являться внутренним форматом данных для ГИС (как, например, в ArcGIS — GDB), так и быть подключаемыми извне.

Каждая из вышеперечисленных ГИС имеет свой собственный формат данных, а также имеет существенные различия в представлении и обработке графической и текстовой информации, поэтому подготовка универсальных специалистов, которые хорошо знали бы все особенности этих ГИС, не представляется возможным. Перед работой ГИС необходимо настроить и интегрировать

с уже имеющимися на предприятии системами, а это по силам достаточно узкому кругу специалистов.

Получается, что для эффективной работы ГИС нужно решить минимум три задачи:

- 1) установить и настроить ГИС как отдельный программный комплекс;
- 2) если потребуется, подключить к уже имеющимся базам данных (БД) для решения задач;
- 3) обучить персонал работе с этой системой.

Помимо этого, в случае если система работает с удалённой БД, также может потребоваться широкополосный интернет-канал и, как следствие, мощный сервер БД. Всё это серьёзные затраты.

Но проблема заключается не столько в затратах, сколько в том, что конечному пользователю бывает нужно не более 10% имеющихся функций. Эти проценты должны работать быстро и давать то, что хочет пользователь за минимально возможное время. Например, различные картографические интернет-сервисы (Google Maps, Яндекс.Карты, OSM и другие) достаточно быстро завоевали популярность. Они позволяют получить необходимую пользователю информацию — загруженность дорог, местоположение, адрес, панораму местности — просто и оперативно, имея лишь доступ к интернету, настольный или планшетный компьютер, телефон. Это достаточно простые действия для рядового пользователя, перед ГИС же ставятся сложные профессиональные задачи. Понятно, что ГИС-специалист способен их решить и сделает это с успехом, потратив минимальное время на освоение предложенной системы.

Для пользователя, далёкого от ГИС-тематики, это может вылиться в проблему. Он использует систему, как правило, непостоянно. Обучение, которое он прошёл, зачастую неэффективно, поскольку он пользуется системой в полном объёме достаточно редко. Без постоянной практики человек попросту забудет то, чему его учили, особенно если это не является основным профилем его деятельности. ГИС должна быть вспомогательной системой для получения информации более удобным и оперативным способом. Если эти условия не выполняются, что часто бывает на местах, то сотрудник

вернётся к более привычному для себя варианту — публичные картографические сервисы, бумажные источники информации или документы Microsoft Word или Microsoft Excel.

Наиболее очевидным решением данной проблемы с учётом повсеместного распространения интернет-технологий является так называемая веб-ГИС. Это решение на основе интернет-браузера, в котором развёрнут интерфейс с необходимым функционалом. Приходится признать, что это решение не способно предоставить всей мощи и функционала стандартной десктопной ГИС. Но так ли это нужно конечному пользователю? Практика показывает, что пользователям нужен простой набор функций:

- 1) найти требуемое место на карте, желательно используя для этого не перемещение по карте вручную,

а систему навигации или поиска объектов по семантике;

- 2) посмотреть информацию о найденном объекте;
- 3) напечатать участок карты с требуемым тематическим объектовым составом;
- 4) скачать себе какие-либо данные;
- 5) выполнить примитивные измерения (площадь, расстояние).

Все эти и даже большие функции вполне по силам современным браузерным решениям. Примером могут служить сервисы Яндекс и Google. По сути, это примитивные ГИС в браузере, но с огромной базой объектов и мощными серверными функциями для обслуживания многомиллионной армии пользователей.

Подобные системы не являются чем-то уникальным. Они широко

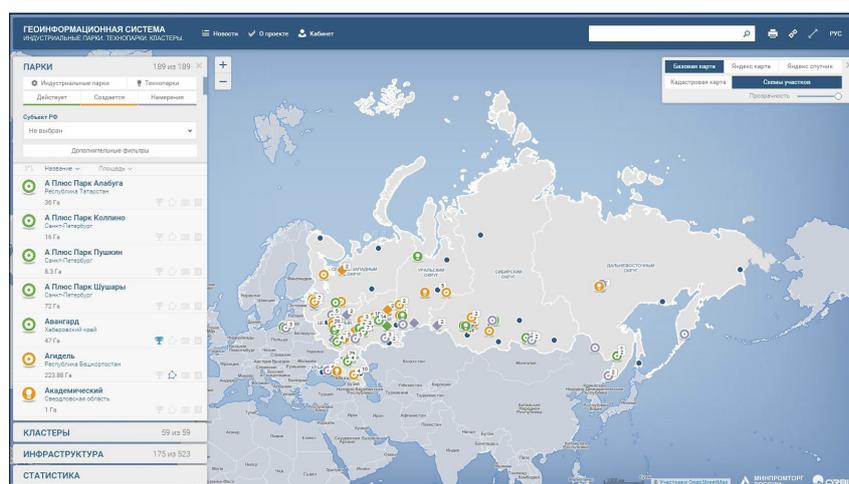


Рис. 1. ГИС промышленных парков, технопарков, кластеров (<https://www.gisip.ru/>) [3]

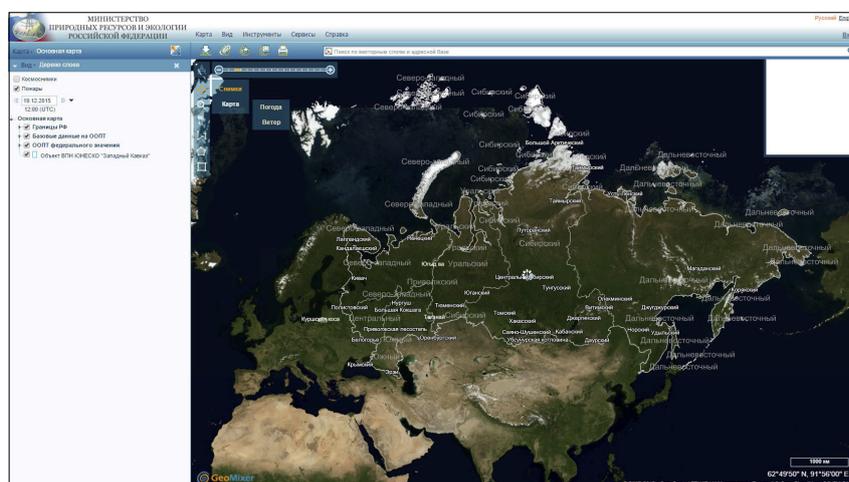


Рис. 2. ГИС Министерства природных ресурсов и экологии РФ [4]

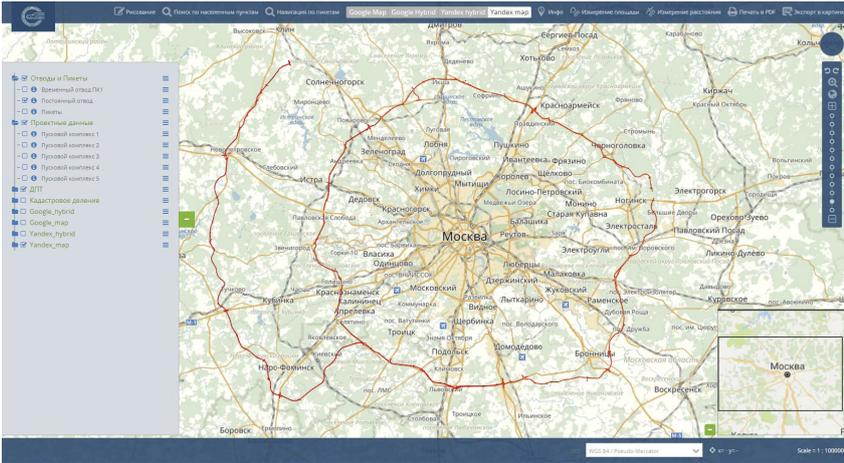


Рис. 3. Геопортал АО «Союздорпроект», ЦКАД

Геопортал является элементом корпоративной системы управления проектами и позволяет сформировать единое информационное пространство по объектам, над которыми работает компания.

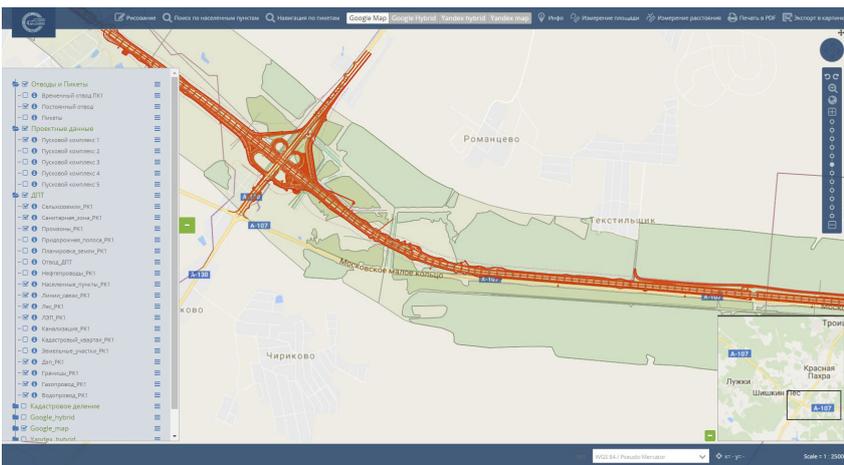


Рис. 4. Пример проектных решений на геопортале, ЦКАД



Рис. 5. Пример данных в виде чертежей

применяются в ряде государственных структур как информационные ресурсы для лучшего взаимодействия с сотрудниками и сторонними пользователями (рис. 1, 2) [2-4].

Приведённые скриншоты демонстрируют уже имеющиеся интернет-ресурсы организаций.

С учётом специфики решения задач дорожной отрасли АО «Союздорпроект» был разработан проект корпоративной геоинформационной системы объектов проектирования и капитального строительства. Она реализована в виде геопортала (рис. 3) и предназначена для обеспечения поддержки принятия инженерных и управленческих решений при планировании, проектировании, строительстве автомобильных дорог, таких как М-11 Москва — Санкт-Петербург и ЦКАД «Центральная кольцевая автомобильная дорога», а также различных проектов, в которых используется пространственная информация.

Геопортал является элементом корпоративной системы управления проектами и позволяет сформировать единое информационное пространство по объектам, над которыми работает компания.

В состав системы входят следующие типы данных:

- картографические подложки (снимки из космоса, карта, гибридные данные);
- векторные данные, представленные в виде следующих информационных слоёв:
 - проектные решения по проектируемой автомобильной дороге (рис. 4);
 - элементы планировки территорий;
 - полоса отвода автомобильной дороги;
 - данные о нахождении коммуникаций в полосе отвода.

В качестве исходных данных использовались материалы стадии «Проект», разработанные для строительства автомобильных дорог М-11 и ЦКАД, а также документация по планировке территории. Документация представлена набором DWG-чертежей AutoCAD, содержащих графическую и текстовую часть.

В чертежах содержатся все необходимые пространственные данные для обзорной карты объекта строительства и эксплуатации. Конечно, на геопорта-

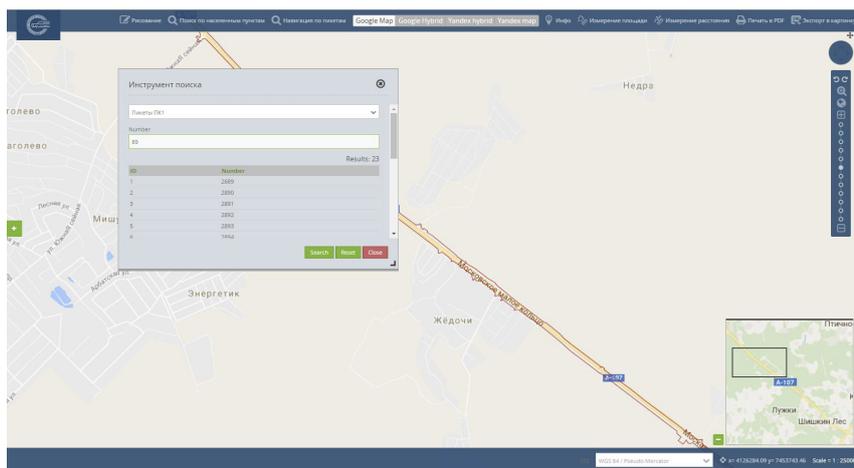


Рис. 8. Инструмент поиска

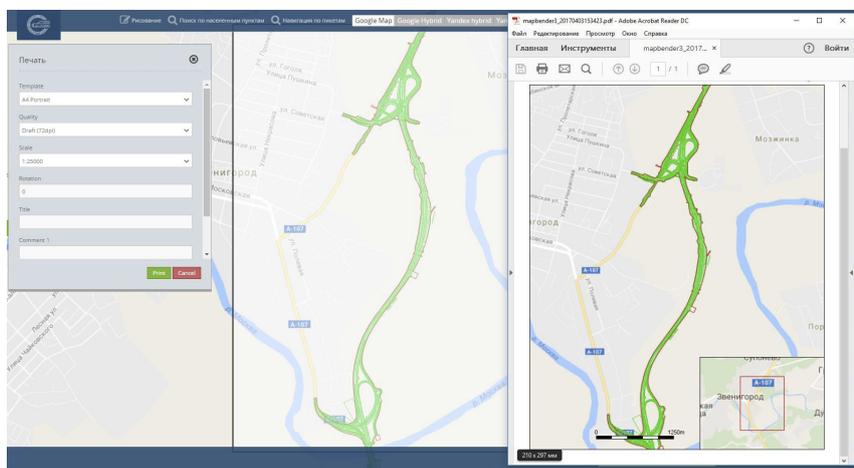


Рис. 9. Инструмент печати

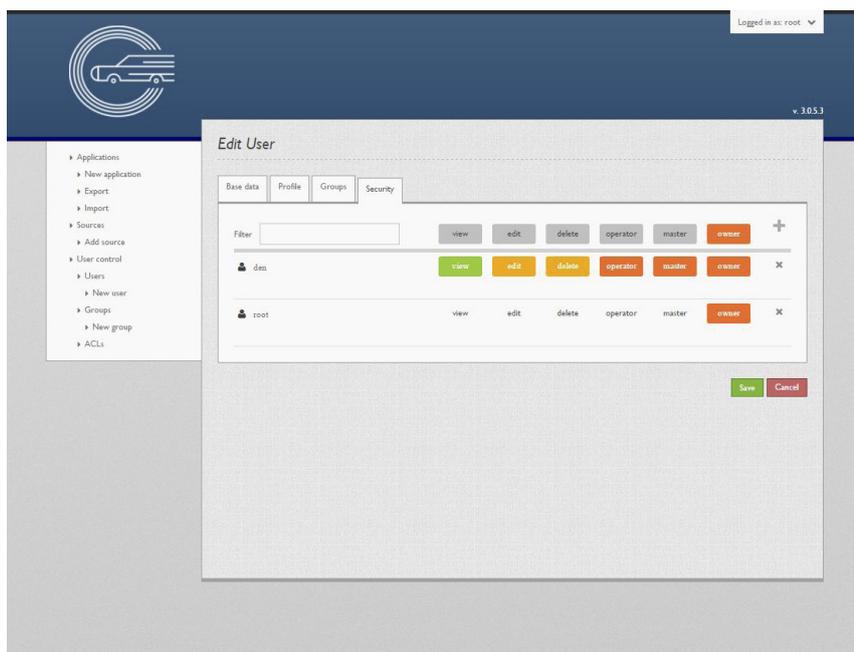


Рис. 10. Пользователи и роли

Основными задачами, решаемыми геопорталом, являются:

- обмен пространственной информацией между головной организацией и субподрядными организациями, а также сотрудниками;
- оперативный удалённый доступ к актуальной пространственной информации;
- наличие удобных средств отображения растровых и векторных данных;
- возможность использования при работе с пространственной информацией базового ГИС-инструментария (выполнение поисковых запросов, нахождение расстояний и площадей и др.).

По сути, геопортал, созданный с использованием данных проектирования, представляет из себя некий элемент технологии информационного моделирования (BIM) для линейно-протяжённых объектов [6-8]. Ресурс содержит реальные результаты работ проектного отдела, они находятся в общем доступе и могут оперативно обновляться. Веб-ГИС в данном случае представляет среду общих данных. Она позволяет заказчику быть в курсе текущего статуса выполнения работы. Установка специализированного ПО для этого необязательна, достаточно иметь интернет-браузер. Заказчик может контролировать ход выполнения и вносить пожелания и поправки в отображаемые результаты. В данном случае, разумеется, не напрямую через веб-интерфейс, а путём указаний исполнителю на конкретные места с недочётами и высказывания пожеланий заказчиком. Таким образом, диалог заказчика и исполнителя происходит практически напрямую.

Для создания и развития геопортала с хорошей функциональностью был проведён поиск подходящего браузерного ГИС-клиента, или же фреймворка. Фреймворк — это набор библиотек и инструментов в виде программных модулей, обеспечивающих разнообразный функционал веб-приложения.

Были проанализированы несколько приложений на предмет их функционала, простоты настройки и развёртывания. Так как существенные затраты не планировались, рассматривалось только бесплатное ПО.

Openlayers3 [9] — картографическая библиотека для создания веб-ГИС как для десктопов, так и для мобиль-

ных устройств. Обладает обширным набором картографических инструментов и достаточно популярна. Использует технологии HTML5, WebGL и CSS3. Требуется навыков программирования.

Leaflet3 [10] — по смыслу то же самое, что Openlayers3, только более легковесное и гибкое. Библиотека основана на JavaScript. Требуется навыков программирования.

Geomajas [11] — фреймворк для разработки геопространственных приложений. Программируется на Java, есть поддержка многих типов слоёв (например, WMS, WFS, WMTS, TMS, OSM, Google Maps, Shape, PostGIS, Oracle, JDBC), имеется своя коллекция виджетов. Также поддерживается JavaScript. Для развёртывания и настройки под конкретные задачи нужны навыки программирования.

Mapbender [12] — решение для организации геопорталов. Позволяет публиковать, изучать, просматривать и администрировать созданный онлайн-сервис. Пользователь имеет возможность создавать легко настраиваемые клиенты в браузере, добываясь нужного функционала путём разнообразных виджетов. Клиентская часть основана на Symfony2, OpenLayers, Mapbox, серверная — на PHP и PostgreSQL/PostGIS. Навыки

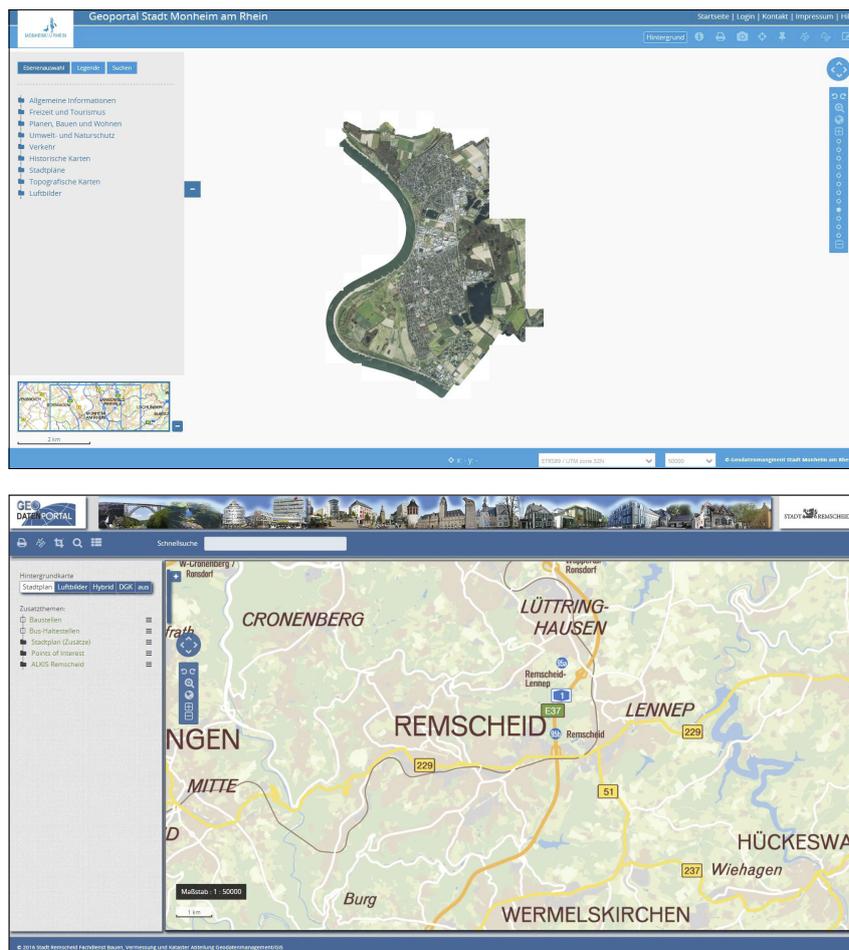


Рис. 11. Пример оформления портала

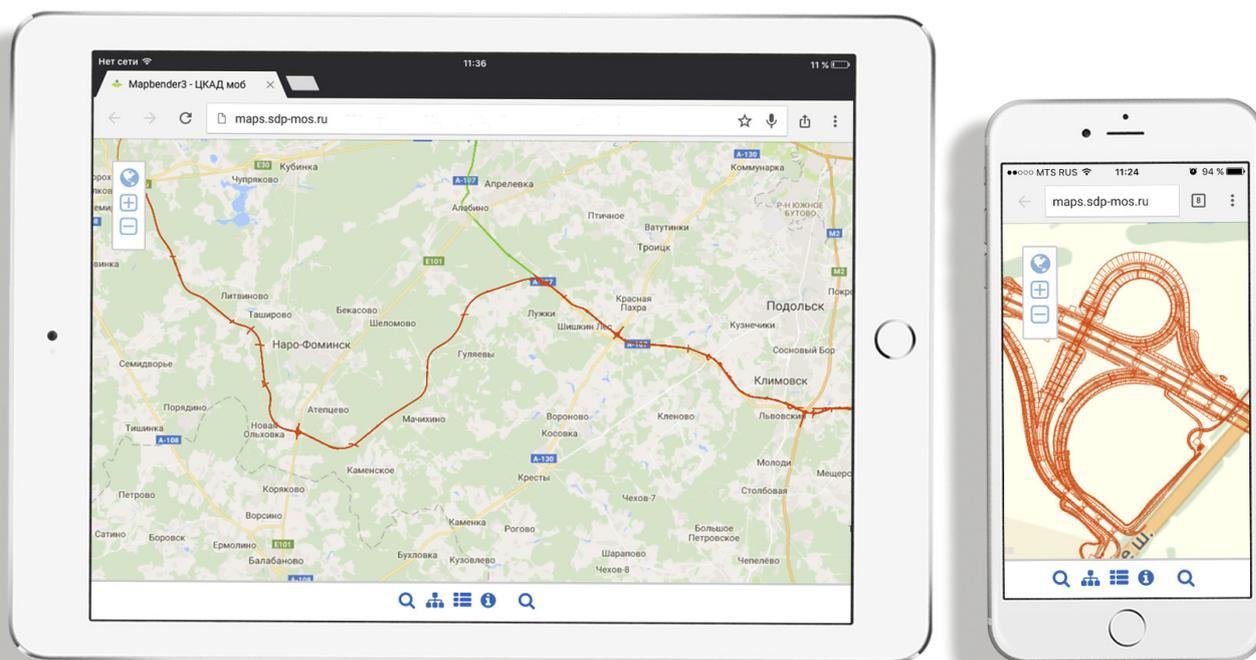


Рис. 12. Интерфейс мобильного приложения

программирования желательны, но существенной необходимости в них нет. Приложение можно установить и пользоваться им, не будучи программистом.

После анализа доступной информации выбор был остановлен на Mapbender. Этот фреймворк содержит обширный набор инструментов и возможностей администрирования:

- поиск по слоям (реализован в двух вариантах) (рис. 8);
- экспорт в PDF или JPEG (рис. 9);
- рисование графических примитивов на карте;
- подписывание объектов;
- создание объектов и их физическая запись в базу данных;
- система пользователей с назначаемыми им правами.

В системе доступна возможность аутентификации: создание пользователей и назначение им ролей с возможностью просматривать тот или иной набор данных (рис. 10).

Публикация данных в Mapbender возможна с использованием WMS-серверов, например Geoserver. Оформление данных в соответствующих условных обозначениях — на стороне WMS-сервера. Интерфейс карты можно полностью переработать и настроить под свои нужды, используя собственный стиль оформления (рис. 11) [13, 14].

Также доступна встроенная версия с интерфейсом, адаптируемым для мобильных устройств, полностью настраиваемым, как и десктопный (рис. 12).

Mapbender может быть развёрнут как на Linux, так и на Windows-сервере. В совокупности своих возможностей этот фреймворк является оптимальным решением для создания геопорталов специалистами без навыков программирования. Но, разумеется, при желании и умении программировать он может быть доработан под совершенно конкретные задачи. Mapbender является приложением с открытым исходным кодом.

Подводя итоги, можно сказать, что веб-решения являются неплохой альтернативой десктопным ГИС, в случае если требуется решить несложные задачи. Например, поиск какого-либо объекта или группы объектов, быстрое позиционирование на нужном месте карты, использование нескольких подложек или специализированных картографических сервисов (например, Кадастровая карта России). Конечно, о полном отказе от обычных ГИС речи не идёт, геопортал — всего лишь один из способов отображения информации в базе данных. Работы по вводу данных, объединению их в слои, различные проекционные преобразования, экспорт и импорт между ГИС и САПР веб-решения выполнить не могут. Преимущество веб-решений в том, что ими могут пользоваться люди, не являющиеся ГИС-специалистами, используя браузер любого

устройства: планшета компьютера, ноутбука или рабочей станции. Важно только наличие интернет-подключения у этих устройств. А так как интернет-покрытие сейчас очень обширно, то работать с веб-ГИС можно из любого места. Таким образом решается главная задача веб-ГИС — скорость и оперативность принятия управленческих решений с вовлечением в процесс всех заинтересованных участников проекта. ■

Литература:

1. Скворцов А.В. Геоинформатика. Томск: Изд-во Том. ун-та, 2006. 336 с.
2. 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
3. Геоинформационная система. Индустриальные парки. Технопарки. Кластеры. URL: <https://www.gisip.ru/> (дата обращения: 12.04.2017).
4. Геопортал Министерства природных ресурсов и экологии РФ. URL: <http://fires.rfimnr.ru/api/index.html> (дата обращения: 12.04.2017).
5. Geoserver. URL: <http://docs.geoserver.org/> (дата обращения: 12.04.2017).
6. Король М.Г. BIM: Информационное моделирование — цифровой век строительной отрасли // Стройметалл. 2014. № 39. С. 26–30.
7. Баранник С.В. Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 24–28. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3
8. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–21. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.3
9. Openlayers3. URL: <https://openlayers.org/> (дата обращения: 12.04.2017).
10. Leaflet3. URL: <http://leafletjs.com/> (дата обращения: 12.04.2017).
11. Geomajas. URL: <http://www.geomajas.org/> (дата обращения: 12.04.2017).
12. Mapbender. URL: <http://mapbender3.org> (дата обращения: 12.04.2017).
13. Geoportals Stadt Monheim am Rhein. URL: <https://geoportals.monheim.de/mapbender/application/geoportals> (дата обращения: 12.04.2017).
14. Geoportals Remscheid. URL: <http://geoportals.remscheid.de> (дата обращения: 12.04.2017).

Техническое задание на формирование базы данных автомобильных дорог в концепции КСОДД



DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.10

Бойков Н.В., директор ООО «Дорнадзор»
(г. Томск)

Аникин Е.Н., заместитель директора по экономике
ООО «Дорнадзор» (г. Томск)

Рассматривается проблема формирования технического задания на создание базы данных автомобильных дорог в концепции Комплексной схемы организации дорожного движения (КСОДД). Рассматривается традиционная структура технического задания и структура в рамках концепции КСОДД. Сформулированы общие требования, которым должны отвечать инфраструктурные проекты в дорожном комплексе в целях соответствия концепции КСОДД.

Введение

Техническое задание — это один из наиболее важных документов, который в значительной степени предопределяет эффективность реализации всего проекта. Грамотное техническое задание — это более 50% успеха в решении задач, а ресурсы, затраченные на подготовку задания, — одно из лучших вложений в проект [1].

При составлении технического задания указываются основные требования к будущей базе данных автомобильных дорог, как то: вид и комплекс работ по формированию базы, требования к функциональным возможностям, конкретные технические характеристики, информационное содержание и пр.

Приказом Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015 г. №43 «Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения» были утверждены новые требования к проектам и схемам организации дорожного движения [2]. В качестве проектной документации по организации дорожного движения предусмотрены

Комплексная схема организации дорожного движения (КСОДД) и Проект организации дорожного движения (ПОДД).

С утверждением Приказа необходимы соответствующие изменения во всей проектной и исполнительной документации, напрямую или косвенно связанной с дорожно-транспортной инфраструктурой. Далее в статье будут рассмотрены разделы технического задания на разработку базы данных на предмет соответствия содержания разделов КСОДД и предложены соответствующие рекомендации.

Традиционное техническое задание на разработку базы данных

Техническое задание на формирование базы данных сети автомобильных дорог является основным документом, характеризующим параметры будущей базы данных, эксплуатационные характеристики и технико-экономические требования, предъявляемые заказчиком работ. Как правило, техническое задание является юридическим документом, дополняющим и уточняющим условия контракта на выполнение работ, где указывается основная цель, задачи, ожидаемые результаты и сроки выполнения работ по формированию базы данных. Таким образом, техническое задание содержит объективные критерии, по которым в дальнейшем определяется соответствие сформированной базы данных требованиям заказчика [3].

Требования к техническому заданию формулируются в процессе решения следующих вопросов [4]:

- Каких целей необходимо достичь при создании базы данных?
- Какие обстоятельства, требования и ограничения должны учитываться?
- Какая последовательность действий приведёт к выполнению этих требований?
- Когда и чем заканчивается процесс формирования базы данных автомобильных дорог?

Традиционное техническое задание состоит из следующих пяти основных блоков.

- Исходно-разрешительная документация, на основании которой принимается решение о выполнении работ, включающая цели и задачи проекта.

- Основные технико-экономические параметры базы данных, назначаемые заказчиком на основе имеющейся у него информации о сети дорог, включающие геометрические параметры, протяжённость, нагрузки и прочие характеристики автомобильных дорог.
- Объём и виды изысканий, необходимых для формирования базы данных сети автомобильных дорог. При разработке этого блока учитывается наличие собранных за предыдущие годы данных по сети автомобильных дорог.
- Дополнительные требования от заказчика, включающие требования к технологии выполнения работ и используемым программным продуктам.
- Требования к сдаче готовой базы, в основном предполагающие передачу заказчику выполненных работ в электронном и бумажном виде.

Комплексная схема организации дорожного движения — КСОДД

Действие новых Правил распространяется на дороги, а также территории общего пользования, предназначенные для перемещения транспортных средств и (или) пешеходов. В качестве проектной документации для организации дорожного движения предусмотрены КСОДД и ПОДД. Это специализированные проекты, относящиеся

к системе градостроительного проектирования, представляющие собой различные стадии проектирования и, как правило, развивающиеся и детализирующие соответствующие положения генеральных планов городов и комплексных транспортных схем (рис. 1).

Основная цель КСОДД и ПОДД заключается в повышении производительности улично-дорожной сети городов, предупреждении заторовых ситуаций в условиях продолжающегося роста уровня автомобилизации для удовлетворения транспортных потребностей городов с минимальными издержками и максимальной безопасностью (снижение аварийности и негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения) [2].

Комплексная схема организации дорожного движения охватывает полный комплекс мероприятий по совершенствованию и обеспечению дорожного движения на улично-дорожной сети, в том числе:

- определение мероприятий по развитию дорожной сети и оптимальному распределению транспорта по сети на базе транспортных моделей города на основе анализа загрузки улично-дорожной сети и причин возникновения очагов дорожно-транспортных происшествий;
- обоснование необходимости создания, модернизации и развития

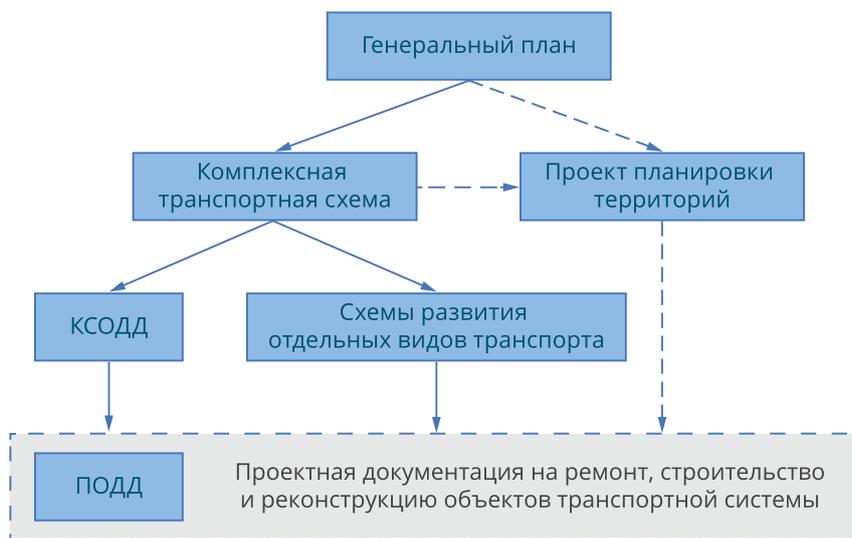


Рис. 1. Место КСОДД и ПОДД в системе документов территориального и транспортного планирования

автоматизированной системы управления дорожным движением;

- реализация рекомендаций по развитию и реконструкции улично-дорожной сети с учётом их приоритетности;
- обоснование разработки системы информационного сопровождения об условиях движения (размещение дорожных знаков, разметки и ограждений, организация и обустройство стоянок, остановочных пунктов, подъездов и прочих объектов, схема маршрутного ориентирования);
- разработка предложений по улучшению работы городского общественного транспорта, определение оптимальной численности маршрутных такси;
- разработка мероприятий по снижению аварийности на дорожной сети, связанной с существующими недостатками организации дорожного движения, увеличению общего уровня безопасности дорожного движения;
- разработка мероприятий по определению и оптимизации скоростных режимов движения транспорта;
- разработка мероприятий по снижению отрицательного воздействия автомобильного транспорта на окружающую среду населённого пункта;
- прочие решения, определяемые спецификой КСОДД.

Разработка КСОДД осуществляется на основе [4]:

- комплексного обследования дорожно-транспортной ситуации, транспортных и пешеходных потоков;
- определения количества и видов транспортных средств населённого пункта;
- анализа существующей системы организации дорожного и пешеходного движения и условий проезда по магистралям и схемы движения общественного транспорта по населённому пункту;
- анализа дорожно-транспортных происшествий и административных нарушений правил дорожного движения.

Содержание технического задания на разработку базы данных в концепции КСОДД

С внедрением КСОДД в процессы функционирования и формирования улично-дорожной сети необходимы соответствующие изменения во всей проектной и исполнительной документации, связанной с дорожно-транспортной инфраструктурой городов. В частности содержание технического задания на формирование базы данных сети автомобильных дорог должно выглядеть следующим образом.

1. Определение выполняемых работ

Как правило, выполняются следующие виды работ:

- обследование сети автомобильных дорог;
- формирование пространственной базы данных автомобильных дорог [5, 6];
- выполнение работ по лазерному сканированию автомобильных дорог с формированием трёхмерной модели [7].

2. Формулировка цели разработки базы данных

Пространственная база данных автомобильных дорог предназначена для обеспечения поддержки принятия инженерных и управленческих решений при планировании, проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла [8].

3. Формулировка задач пространственной базы данных сети автомобильных дорог

Типичными задачами могут стать [9]:

- формирование набора базовых дорожных данных для уточнения расположения, адресации [10] и количественного состава автомобильных дорог [11];
- получение достоверных сведений о местоположении, протяжённости, технической категории автомобильных дорог [12, 13];
- создание инфраструктуры дорожных данных и онлайн-сервиса для доступа к базовым дорожным данным [14, 15];
- разработка ПОДД с целью оптимизации методов организации дорожного движения на автомобильной дороге для повышения пропускной способности и безопасности движения автотранспортных средств и пешеходов;
- обеспечение структурированного хранения, поиска и обработки всех типов данных, собранных в дальнейшем (данных паспортизации, инвентаризации, бухгалтерского учёта элементов автомобильной дороги, кадастрового учёта земель, диагностики), на основе комплексного использования инструментальных средств системы управления базами данных и геоинформационных систем [16, 17];
- обеспечение доступа к единому информационному пространству, хранение непротиворечивых данных о земельных участках полосы отвода и придорожной полосы автомобильной дороги, а также данных, необходимых для формирования технических паспортов автомобильных дорог для целей государственной регистрации прав.

Типичный состав работ для разработки базы данных

1 этап. Подготовительные работы

1. Работы должны выполняться в дифференциальном режиме с использованием поправок, получаемых посредством сети активных базо-

Документы усложняются, наполняются новой смысловой нагрузкой, заставляя исполнителей более качественно и системно подойти к процессу разработки проектных решений, учитывая, в том числе, и синергетический эффект своих решений.

вых станций постоянного действия ГЛОНАСС/GPS. Для этого необходим доступ к сети базовых станций на территории изысканий.

2. Необходимо определить основные узлы и сегменты автомобильных дорог. Провести предварительное определение координат основных узлов, начал и концов трасс автомобильных дорог.

Основными узлами сети автомобильных дорог должны быть определены следующие:

- концы титулов по границам земельных участков под дорогами;
- точки пересечения (примыкания) автомобильных дорог;
- точки примыкания оборудованных съездов к населённым пунктам и оборудованных съездов, интенсивность движения транспортных средств по которым превышает 100 автомобилей в сутки.

3. Необходимо провести сбор следующих исходных данных:

- интенсивность и состав транспортных потоков;
- данные по учёту дорожно-транспортных происшествий за последние три года, а также участкам их концентрации;
- данные по административным нарушениям правил дорожного движения;
- данные о количестве автотранспортных средств в населённом пункте.

2 этап. Полевые работы

1. Определение (координатное закрепление) начал и концов трасс автомобильных дорог, которое необходимо производить с применением дифференциальных измерений ГЛОНАСС/GPS.

2. Измерение комплексными дорожными лабораториями, включающее в себя:

- измерение траекторий движения по крайним полосам дорог, которое должно выполняться двухчастотными геодезическими приёмниками ГЛОНАСС/GPS с блоком инерциальной системы позицио-

нирования в дифференциальном режиме;

- геодезические (топографические) измерения, необходимые для определения геометрических параметров автомобильной дороги, — элементы плана, продольного профиля, участки с необеспеченной видимостью, геометрия верха земляного полотна;
- съёмку данных о существующем обустройстве автомобильных дорог и объектах в полосе отвода;
- измерение высот насыпи для определения участков, где необходима установка барьерных ограждений;
- лазерное сканирование автомобильной дороги.

3. Определение точных координат километровых столбов и искусственных сооружений (мостовых сооружений и водопропускных труб) с применением ГЛОНАСС/GPS в дифференциальном режиме.

3 этап. Камеральные работы

1. Уравнивание осей трасс автомобильных дорог, которое включает в себя:

- расчёт точных треков проезда с применением дифференциальных поправок;
- расчёт осевых линий путём сглаживания и трассирования точных треков проезда;
- назначение точного проектного и эксплуатационного километража в характерных точках осевых линий автомобильных дорог.

2. Расчёт точного расположения километровых столбов и искусственных сооружений с применением дифференциальных поправок.

3. Внесение набора базовых дорожных данных, а именно:

- конвертирование данных из существующей базы данных;
- сегментирование осевых линий автомобильных дорог и ввод данных;
- обработка и внесение данных о геометрических параметрах автомобильных дорог — элемен-

тах плана, продольного профиля, участках с необеспеченной видимостью;

- внесение данных о геометрических характеристиках верха земляного полотна, существующего обустройства и объектах в полосе отвода;
- внесение данных об интенсивности и составе транспортных потоков, дорожно-транспортных происшествиях;
- обработка панорамных видеоматериалов, привязка видеорядов к сегментам дорожной сети и ввод данных.

4. Обработка материалов лазерного сканирования и уточнение сведений об автомобильных дорогах:

- уравнивание облаков лазерного сканирования должно производиться путём уравнивания траекторий в дифференциальном режиме и взаимного уравнивания облаков в местах их пересечения;
- векторизация контуров проезжей части, элементов инженерного обустройства и средств организации движения по материалам лазерного сканирования с занесением сведений в базу данных (необходимо выполнять путём определения характерных точек в облаках лазерного сканирования, их скалывания и дешифрования объектов);
- создание трёхмерной модели земляного полотна автомобильных дорог. Должно включать в себя трёхмерную векторизацию структурных линий автомобильной дороги по облакам точек лазерного сканирования.

Заключение

Таким образом, принятие нормативных документов, регламентирующих проектную деятельность в дорожном комплексе, напрямую оказывает влияние на содержание и структуру конечных (рабочих) документов: техническое задание, государственный контракт или договор на выполнение проектно-изыскательских работ.

Документы усложняются, наполняются новой смысловой нагрузкой, заставляя исполнителей более качественно и системно подойти к процессу разработки проектных решений, учитывая в том числе и синергетический эффект своих решений.

В статье предложены конкретные изменения содержания технического задания на формирование базы данных сети автомобильных дорог в концепции соответствия КСОДД. Вне зависимости от цели технического задания можно сформулировать общие требования, которым необходимо соответствовать инфраструктурным проектам в дорожном комплексе:

- увеличение пропускной способности дорожной сети и эффективности её использования;
- уменьшение экономических потерь при организации дорожного движения автотранспортных средств и пешеходов;
- осуществление пропуска прогнозируемого потока автотранспортных средств и пешеходов;
- улучшение условий дорожного движения автотранспортных средств и пешеходов;
- обеспечение безопасности для всех участников дорожного движения;
- уменьшение негативного воздействия автотранспорта на городскую среду;
- осуществление автотранспортного обслуживания объектов строительства различного функционального назначения. [▣](#)

Литература:

1. Елугачёв П.А., Елугачёв М.А. Подготовка технического задания в концепции информационного моделирования дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 42–46. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.7
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 17 марта 2015 г. №43. Об утверждении Правил подготовки проектов и схем организации дорожного движения. URL: <http://minjust.consultant.ru/documents/15097?items=1&page=1> (дата обращения: 12.04.2017).
3. Постановление от 16 февраля 2008 г. № 87. О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_75048/ (дата обращения: 12.04.2017).
4. Аникин Е.Н. Проблемы моделирования развития регионального транспортного комплекса // Вестник Чувашского университета. Гуманитарные науки. 2008. № 3. С. 266–271.
5. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. ГИС, САПР и БД // Автомобильные дороги. 2009. № 1. С. 54–57.
6. Геоинформационные системы в дорожном хозяйстве: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. VI. / А.В. Скворцов [и др.]. М.: Информавтодор, 2006. 372 с.
7. Сарычев Д.С. Мобильное лазерное сканирование // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2013. № 1(1). С. 36–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2013.1.8
8. 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
9. Бойков В.Н., Неретин А.А., Скворцов А.В. Апробирование информационных моделей дорог на стадии реализации проектов // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.5
10. 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
11. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Базовая модель дорожных данных в проекте ГОСТ // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 98–102. DOI: 10.17273/CADGIS.2014.2.16
12. Скворцов А.В. Модели данных BIM для инфраструктуры // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 16–23. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.2
13. Скворцов А.В. Стандарты обмена данными // Автомобильные дороги. 2015. № 2. С. 84–89.
14. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Создание инфраструктуры дорожных данных Российской Федерации RusRoadS // Пространственные данные. 2009. № 3. С. 67–71.
15. Рыбалов Ю.В. Автоматизированная информационно-аналитическая система по искусственным сооружениям на автомобильных дорогах // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 126–135. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.19
16. Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Разработка инфраструктуры дорожных данных // Дорожная держава. 2009. № 22. С. 29–31.
17. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным моделям // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 30–36. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.4



Главный ТОМСКИЙ инженер

Персона:
Акулов
Анатолий
Петрович

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.11

Персона: Акулов А.П., главный инженер ОГКУ «Томскавтодор» (г. Томск)

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

Анатолий Акулов в своей профессиональной среде личность, без преувеличения, легендарная. Сегодня он — один из самых опытных в регионе представителей дорожно-строительной сферы. Под его руководством были построены и введены в эксплуатацию важные для области и города объекты. А уж сколько молодых специалистов научились уму-разуму, работая в команде Акулова! Для читателей журнала «САПР и ГИС автомобильных дорог» Анатолий Петрович рассказал о том, какими принципами никогда не поступится в профессии, какими ноу-хау в сфере дорожного строительства коллеги обязаны томичам и кто помог ему сделать главный в жизни выбор.

И невозможное возможно

— **Анатолий Петрович, в профессии Вы уже без малого четыре десятка лет. Признайтесь честно, нет усталости от работы? Не возникает желания бросить всё и наконец-то уже пожить, что называется, для себя? В полное своё удовольствие.**

— Посещают время от времени такие мысли. Но надолго они не задерживаются. Сейчас я не могу себе позволить оставить всё и уйти. Потому что не могу подвести людей, с которыми мы в одной команде. Повременить с уходом меня попросили начальник «Томскавтодора» и глава областного департамента транспорта, дорожной деятельности и связи. Мой опыт и организационные способности позволяют так закрутить рабочий процесс, что в кратчайшие сроки объект любой сложности будет построен и введён в эксплуатацию. Даже если сперва это кажется невозможным, это возможно будет сделать! Прежде чем уйти от дел, я должен найти и воспитать себе замену. Пока не получается.

Хотя сыновья уже давно подначивают: «Отец, бросай уже свою работу, дача ждёт. Будем сажать картошку и рыбачить по выходным» (улыбается). Предложение, конечно, заманчивое. Вот только как я без дела? Оставить всё, чем сегодня живу, уйти на берег пруда и сесть там с удочкой... Да я с ума сойду от таких «будней» и утоплюсь в том же пруду!

— **То есть чувство усталости от работы Вам не знакомо?**

— Пожалуй, нет. Но есть чувство выполненного долга. То, что мог и должен был сделать, я сделал. И в жизни, кстати, тоже. Дом построил, сыновей воспитал. Деревьев посадил столько, что эту задачу перевыполнил в разы. А уж сколько дорог и мостов построил, вообще не сосчитать.

— **Первую свою дорогу помните?**

— А как же! Автомобильная дорога от Слюдянки до Байкальска. Красотой тех потрясающих мест я был просто покорён. Но на этом прелести заканчивались. Строить дорогу приходилось в сложных условиях. Я тогда только-только из института выпустился. В прежние времена у нас, выпускников, ещё за месяц до защиты диплома в кармане лежала повестка — в какую часть прибыть, где служить и работать. Многим выпускникам, в том числе и мне, судьба указала на инженерные воинские части, я был определён в бригаду воинской части в Байкальске. Едва приехали — и командир «прилетает» приказ: с проверкой приезжает командование, нужно срочно уложить асфальтобетонное покрытие. А на дворе октябрь, снежок вовсю идёт. Деваться некуда, приказ. Самолётными турбинами расчистили от снега, прогрели, запустили тяжёлые трёхвальцовые катки, асфальтоукладчики, асфальтосмесительные установки. В круглосуточном режиме велись работы. Сдюжили! Вся дорога вдоль оз. Байкал до Посольска построена военными строителями, в том числе и с моим участием. В 1977 г. передана в эксплуатацию «гражданским».



Справка

Анатолий Петрович Акулов родился 26 мая 1953 г. в г. Мариинск Кемеровской области. Окончил дорожно-строительный факультет Томского инженерно-строительного института (сегодня — ТГАСУ) по специальности «Автомобильные дороги». Трудовой путь начинал в должности начальника ПТО ДРСУ ПРСО «Томскавтодор» (г. Асино Томской области). В разные годы возглавлял Томский ПМК треста «Спецдорстрой», МПМК монолитного домостроения, Светленское дорожное ремонтно-строительное управление. С 2001 г. и по сегодняшний день — главный инженер Областного государственного казённого учреждения «Томскавтодор».

Среди его наград и достижений: почётное звание «Заслуженный строитель Российской Федерации», нагрудный знак «Почётный дорожник Российской Федерации», благодарности администрации Томской области, юбилейная медаль к 400-летию Томска, почётная грамота Департамента транспорта дорожной деятельности и связи, медаль «За достижения» администрации Томской области.

Женат, двое сыновей, двое внуков. Увлекается волейболом, лыжами. Любит пешие маршруты по пересечённой местности, особенно повышенной непроходимости.

Сопромат? Да не проблема!

— Говорят, что на уровне подсознания мы свой профессиональный выбор делаем ещё в раннем детстве. Согласны с такой теорией?

— Может быть, доля правды в этом есть... Родился я в селе, что в нескольких километрах от Мариинска. На календаре — 26 апреля, самый разгар паводка. И так-то дорог нормальных нет, а тут и вовсе всё водой поразмыло — ни проехать, ни пройти. В общем, до районного центра, чтобы меня зарегистрировать, родственники добрать смогли только через месяц. Теперь у меня два дня рождения — 26 апреля и 26 мая.

А лет в семь бабушка повела меня показать выпашу — где семья (они у меня ссыльные) землю пахала и урожай выращивала для нужд государства. Объясняла, что выпаша — это земельные участки, раздавались в 1924 г. на сходе граждан. Приехал уполномоченный на село, бесплатно под участки были розданы плуги, сеялки, веялки и т.д. С каждым был заключён договор на продажу хлеба государству. Обозами ехали торговать в Томск по Иркутскому тракту. Брели мы с бабушкой километра три-четыре, сначала через сосняк, потом вдоль реки Уты. Я спрашиваю: «Бабуля, как же вы добирались сюда?» Дорога-то — одно название! А вот так, говорит, и добирались: где на телеге, где пешком, где ползком...

Вообще детство мне выпало не самое беззаботное. Семья была не из

богатых, чтобы как-то прокормиться, держали большое хозяйство. Нас у мамы четверо ребятшек, и все мы с ранних лет помогали взрослым — на сенокосе, в огороде, за скотиной ходили. Моё детство — это школа и тяжёлый физический труд. Фантазировать и мечтать о профессии было некогда. Но отсутствие нормальных дорог в селе, повлиявшее даже на день моего рождения, возможно, в подкорку запало.

— И так созрело решение поступать на дорожно-строительный факультет?

— Сделать правильный выбор мне помог двоюродный брат Геннадий Киреев, за что ему огромное спасибо. Он преподавал в ТГАСУ и, когда приезжал из Томска, много говорил о профессии строителя, в том числе автомобильных дорог, мостов. А когда я заканчивал школу, завёл со мной разговор о будущем. Обозначил для меня направление: «Сам видишь, ни дорог нормальных нет, ни мостов. Специалисты нужны». В школе я всегда учился старательно, почти на одни пятёрки. Брату за меня не стыдно.

Так судьба свела меня с Томском. Хотя это не первое моё знакомство с городом. В школьные годы я несколько раз приезжал сюда с бабушкой. Город мне понравился. Впечатлило огромное количество людей и пирожки за пять копеек, которые мы покупали с бабулей на бывшем центральном рынке... Ничего вкуснее я до сих пор не ел (улыбается).



Старый дом «на слом», 1959 г.

— В университете продолжили традицию хорошей учёбы?

— Старался. Мне легко давались сложные дисциплины, которые большинство студентов (как прошлых, так и нынешних) терпеть не могут. В теорию упругости и теорию сопротивления материалов я просто влюбился! Было очень интересно вникать в тонкости этих наук. Должен сказать, что образование в те годы университет давал очень добротное. Начиная со второго курса я занимался в НИОКРовском кружке у Николая Сидоренко. Под его руководством мы занимались диагностикой и паспортизацией дорог, разработкой сценария работ, расчётом дорожных конструкций и проектированием. Проехали по паспортизации дорог в 1972–1974 гг. весь Кузбасс и треть Томской области.

Разумеется, одной лишь учёбой студенческая жизнь не обходилась. Были и посиделки под гитару с друзьями, и вечеринки, и занятия в секции самбо.

ГОСТ родом из Томска

— За какие проекты сегодня испытываете профессиональную гордость?

— Трасса Томск—Мариинск, мостовой переход через р. Китат в районе с. Мазалово. Отличный, «красивый» проект, с точки зрения ландшафтного проектирования. Часто бываю в тех местах, лично слежу за состоянием дороги. Считаю, что выполнил долг — построил часть дороги от одного своего любимого города до другого.

В посёлке Некрасово Томского района есть прекрасный санаторий-профилакторий. Трассу к строящейся базе тоже прокладывали специалисты ДСУ № 1 Светленского ДРСУ.

Не без гордости прохожу мимо ТГУ. Университетскую территорию тоже мы облагораживали. Асфальтированные дорожки

Сделать правильный выбор мне помог двоюродный брат Геннадий Киреев, за что ему огромное спасибо... Обозначил для меня направление: «Сам видишь, ни дорог нормальных нет, ни мостов. Специалисты нужны».

в Университетской роще, по которым в любое время года с удовольствием прогуливаются томики и гости города — наших рук дело.

Проспект Ленина от ул. Усова до Лагерного сада по всей ширине, включая проезжую часть, тротуары, малые архитектурные формы, газоны и т.д. Ремонт проспекта Фрунзе в 1993 г. Прошло более 20 лет после проведения ремонта, что говорит о качестве работ.

Большим событием для города стало появление так называемого нового коммунального моста через Томь — того, что со стороны Северска. Он строился для того, чтобы через него закольцевать автодорогу Томск — Шегарский тракт — Томск. Уже тогда, в 1990-е гг., город не справлялся с транспортным потоком. Трудились мы славной командой. Мост возводил «Мостоотряд» Василия Музалева, правый берег обустроивал «Трансстрой» под руководством Виктора Карпова, мы — Светленское ДРСУ (ДСУ № 1) — строили подходы с транспортной развязкой на левом берегу и весь объём дорожных работ по всему мостовому переходу. Стройка была ударная, объект мы сдали на три месяца раньше установленного срока. На это время выпал рабочий визит в Томск Владимира Путина, возглавлявшего тогда правительство. Проект был действительно масштабный, Владимир Владимирович побывал на его открытии. С тех пор я не мою правую руку — мне её пожал будущий президент, высоко оценив нашу работу (улыбается).



Семья, 1967 г.



Начальная школа, 4 класс



Студенческий стройотряд «Кедр», 1971 г.

Ну и, конечно, не могу не сказать про Комсомольский проспект. К этому объекту я испытываю особенные чувства. В совместной работе с НИИ строительных материалов ТГАСУ, а именно с Александром Карловичем Эфа, проектировщиками («Томскгражданпроект») были применены многие инновационные конструктивные решения, в том числе по подпорным стенкам, ливневым канализациям, дорожным материалам и конструкциям. Впервые в Томске нами, одними из первых за Уралом, построено покрытие из щебёночно-мастичного асфальтобетона. Получилась надёжная и долговечная конструкция. Ремонт понадобился только в прошлом году. Уже после нас

щебёночно-мастичный асфальтобетон стали активно использовать дорожники Кузбасса и Алтая.

— В чём ещё Вы и мы, томичи, были первыми?

— Северная широтная дорога Могильный мыс — Парабель — Каргасок — Средний Васюган стала прорывом при строительстве искусственных сооружений. Фронт работы немалый: там болота второго и третьего типов, на многих участках работать можно только в суровых зимних условиях. Тогда мы впервые использовали сборные металлические гофрированные трубы большого диаметра: 1,5, 2 и 3 метра. Совместно со специалистами ТГАСУ, А.К. Эфа отработали

технологии работ, разработали стандарты предприятия по устройству гофрированных металлических труб. Очень удобно и практично: железобетон через болота провести проблематично, а гофрированные трубы — сборные. Это в разы облегчает задачу. Уже потом с учётом наших стандартов вышел ГОСТ.

— Как автомобилист испытываете особенное чувство, когда мчите по дорогам и трассам, к строительству и ремонту которых имеете отношение?

— У всех без исключения представителей моей профессии есть одно очень плохое качество: ехать и придираться к каждому изъяну. Будь то своя дорога или чужая. Я не обращаю внимание на хорошие качества дороги, это как само собой разумеющееся. Глаз цепляется за недочёты. А они, как показывает опыт, есть всегда. Даже на самых прекрасных и добросовестно выполненных трассах.

Гоголь был не прав

— Оба сына пошли по вашим стопам. Это их самостоятельное решение или вы им помогли определиться с выбором?

— Не настаивал, но мягко направлял. Они у меня с детства бывали и на объектах, и на кафедре в институте. Своих маленьких внуков во время наших с ними прогулок по городу тоже привожу к ТГАСУ. Рассказываю: здесь учились ваши папы и дедушка, может быть, и вы наше дело продолжите (улыбается).

Но у меня есть жёсткий принцип: я не поощряю кумовства и держать детей возле себя считаю недопустимым. Узнать по своим каналам, где есть хорошее место, куда можно попробовать устроиться, я могу. Но посадить их с собой в соседнем кабинете, опекать и продвигать — пас. Мои пацаны с детства приучены к самостоятельности и знают: помочь им я готов, пристраивать — никогда.

— Вас как мастера высочайшего класса устраивает профессиональный уровень нынешних молодых специалистов?

— Вы затронули большую тему. К сожалению, высшая школа сегодня сломана. Я бы даже сказал, её вовсе нет.



Студенческая конференция, 16 апреля 1975 г.



Служба лейтенантская



Волейболисты



Приёмка работ, 2005 г.



Спартакиада дорожников

В последние 12—15 лет кафедры автомобильных дорог по всей стране почему-то подверглись непонятым гонениям. Разве что недавно ситуация стала понемногу выравниваться. Что касается выпускников, то в общем и целом они — замечательные ребята и большие умницы. Освоить те знания, навыки и умения, которые им не дали в вузе, можно и на практике. У этих ребят другая проблема — большинство из них неорганизованные, с ленцой. Виновата семья: родители должны закладывать основы трудового воспитания, желание и стремление работать.

А вообще, немало покочесив по стране, я отметил: самые интеллигентные, порядочные, грамотные специалисты именно в Томской области и из Томской области. У наших людей даже речь отличается. Особенно приятно, когда об этом же мне говорят коллеги из других регионов.

— Вас не обижает растиражированная фраза о том, что в стране две беды: дураки и дороги? И как ты ни старайся, что ни делай, окружающие всегда будут говорить: «У нас хороших дорог быть не может, они ведь — наша беда».

— Не хотелось бы обижать любимого писателя, но в этом случае он, извините, глупость сморозил. Ну невозможно в масштабах такой гигантской страны, как Россия, сделать так, чтобы все без исключения дороги отвечали всем параметрам качества! Один-то километр трассы — дорогое удовольствие. А их у нас сколько? Тут никакой казны не хватит. Поэтому должны быть альтернативные пути движения потоков людей и грузов. Мне, например, совершенно непонятно, почему мы всех посадили на четыре колеса и не развиваем железнодорожное сообщение, водный транспорт.

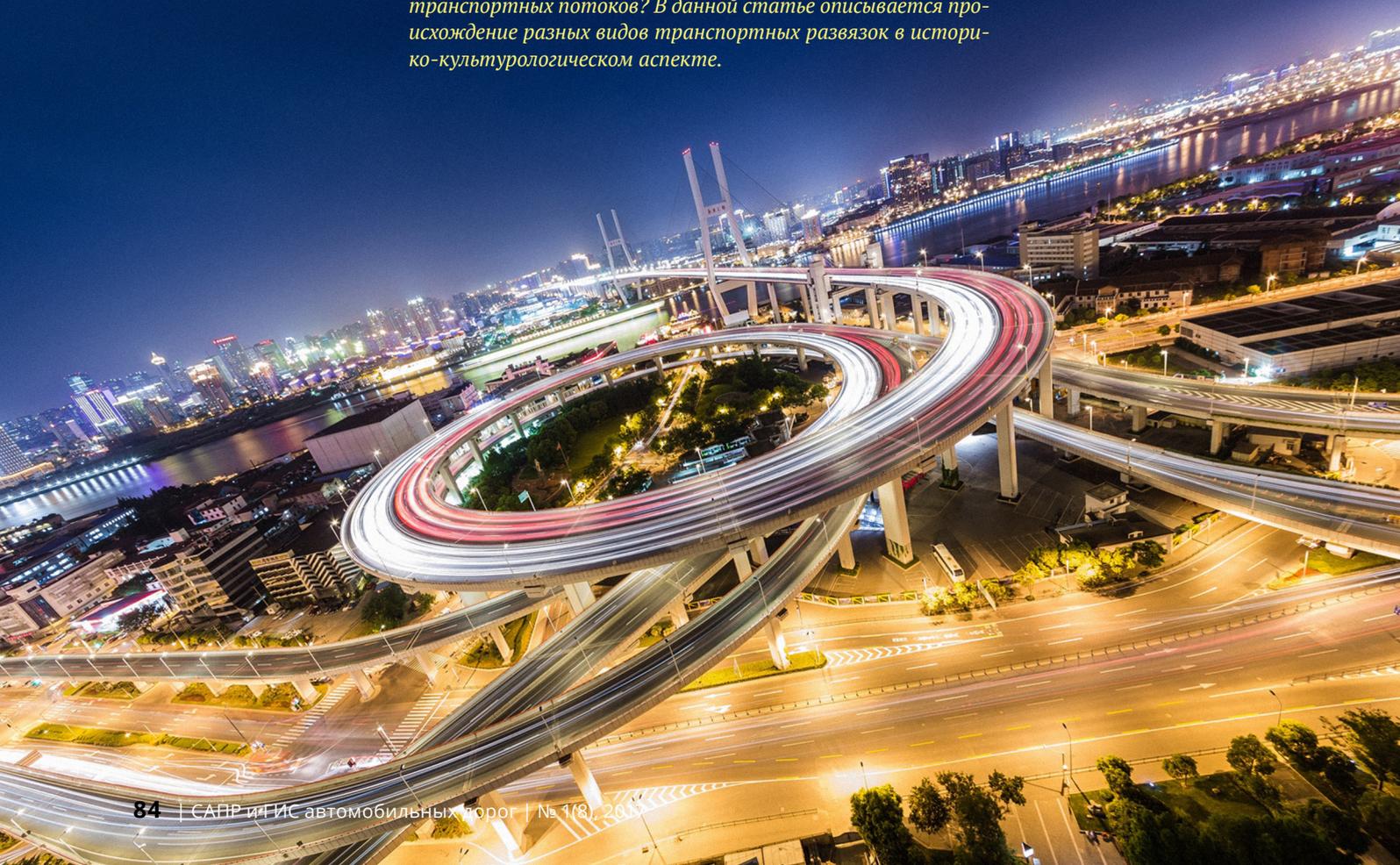
Другое дело — городские дороги. Их можно и должно содержать в нормальном состоянии. И мы, томичи, всегда к этому стремились. ■

Генеалогия современных транспортных развязок

DOI: 10.17273/CADGIS.2017.1.12

Кузнецова А.П., начальник отдела продаж ООО «ИндорСофт»
(г. Томск)

Термин «транспортная развязка» применим главным образом к местам пересечения автомобильных дорог на разных уровнях и обозначает комплекс сооружений, позволяющий выбирать одно из нескольких возможных направлений. насыпи, мосты, тоннели, эстакады, путепроводы — эти и другие искусственные сооружения в разных комбинациях могут входить в данный комплекс. С развитием дорожного движения транспортные развязки становятся всё сложнее, при этом не меняя своего главного предназначения — сделать пересечение дорог простым и безопасным. История пересечений дорог насыщена, пестра и многообразна. Как со временем менялись схемы и организация движения на пересечениях дорог? Когда появились первые многоуровневые транспортные развязки? Где распутаны самые грандиозные транспортные узлы и реализованы самые амбициозные проекты по разведению транспортных потоков? В данной статье описывается происхождение разных видов транспортных развязок в историко-культурологическом аспекте.





Памятники древнейшим перекрёсткам

Во все времена перекрёстки играли особую роль в мире дорог. Место встречи разных направлений, выбора пути часто наделяли магическим, потусторонним смыслом. В античности здесь встречались с богами, в средневековье — с нечистой. В разных культурах это место выделяли камнями, колоннами, крестами, здесь возводились алтари и часовни, чтобы помочь путникам выбрать правильную дорогу и сохранить их от опасности.

До наших дней дошли памятники перекрёсткам древности — статуи многоликих богов, «следящих» за разными направлениями: древнегреческие гермы с изображением покровителя всех странников Гермеса, статуи богини колдовства Гекаты (рис. 1) и её римской «коллеги» — богини трёх дорог Тривии, различные изображения многоликого бога Януса и другие стражи порядков древнейших перепутей [1].

Сохранились архитектурные памятники древнеримским перекрёсткам — четырехстолпные сооружения тетрапилоны (рис. 2) [2] и их разновидности. Фрагменты таких обозначений пересечения главных городских улиц времён империи в наши дни можно увидеть на территориях таких современных государств, как Египет, Иордания, Ливан, Сирия, Турция.

В средние века пересечения дорог считались местом встречи с нечистой, о чём повествует

фольклор разных народов мира, в том числе и древнерусский: «На перекрёстках черти яйца катают, в свайку играют» [3]. Мифологизация перекрёстков продолжалась и в XX в.: американский блюзмен Роберт Джонсон в своих песнях и байках уверял, что мастерство игры он получил благодаря сделке с дьяволом на перекрёстке. Этот мифический перекрёсток со временем приобрёл вполне реальные координаты — пересечение 61 и 49 дорог в Кларксдейл (штат Миссисипи) (рис. 3). Этот сю-

Рис. 1. За порядком на перекрёстках Древней Эллады призвана была следить богиня колдовства Геката. В ватиканском музее Кьярамонти сохранилась скульптура чародейки, изображённая в трёх телах, одно из которых напоминает путеводную статую Свободы

Рис. 2. Архитектурный акцент перекрёстков Римской империи — тетрапилон (г. Пальмира, Сирия, II–III вв.). Это одна из последних фотографий памятника. В феврале 2017 г. во время военных действий он был полностью разрушен

Рис. 3. Перекрёсток — излюбленное место встречи с нечистой. Даже в XX в. находились любители заключать здесь свои сделки с дьяволом, как, например, легендарный американский певец, гитарист и автор песен XX в. Роберт Джонсон

Обозначение пересечения дорог включили в четвёрку первых международных знаков, утверждённых конвенцией по автомобильному передвижению



Рис.4. До XIX в. многие перекрёстки Европы служили погостами для тех, кому путь на христианское кладбище был закрыт. В Лондоне пересечение дорог в районе современной Автобусной Станции считается местом, где в 20-е гг. XIX в. прошло последние придорожное захоронение

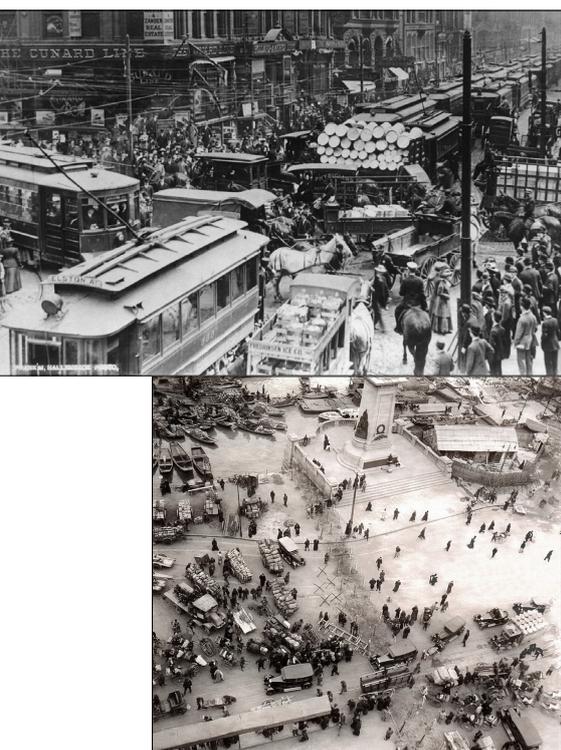


Рис. 5. США (а), Китай (б), начало XX в.

жет обыгрывается в песнях музыканта, он же лёг в основу известного фильма «Перекрёсток» (США, 1986 г.).

Перекрёстки средневековья во многих странах мира служили последним пристанищем для тех, чьи тела не допускались на христианское кладбище: разбойников, самоубийц, утопленников и скоморохов. О придорожных захоронениях в Англии свидетельствуют документальные записи вплоть до XIX в. «Там, где сейчас располагается вход на автовокзал (станция Виктории), существует последнее захоронение на перекрёстках Лондона. По легенде, когда хоронили здесь Абея Гриффитса (он убил отца, а потом покончил с собой), то толпа наблюдавших за погребением, создав пробку, задержала карету короля. Георг IV очень разозлился и постановил: больше никаких могил на перекрёстках» [4] (рис. 4).

На Руси, согласно этнографическим исследованиям, на пересечениях дорог устанавливали столбы, чурбаны, в буквальном смысле неотёсанные болваны, воплощавшие умерших прашуров. «Мимо этого столба-чурака ни конный не проезжал, ни пеший не проходил, не принеся какой-либо жертвы или, во всяком случае, не перекрестясь» [5]. Сказки, былинный эпос, тиражируемая картина Виктора Васнецова «Витязь на распутье» первой нашей ассоциацией с перекрёстком делают камень с напустившими надписями по выбору пути. Росстань, развилка, распутье, перепутье, раздоржье, повёртка, расхлёстка, крест, сукрестки — такая богатая синонимичность также свидетельствует о том, что пересечение дорог во все времена было местом особенным, выделялось архитектурно и символически и привлекало к себе повышенное внимание.

С развитием транспортного движения роль перекрёстков в мире дорог приобрела технический характер (рис. 5). Ещё в доавтомобильный период пересечения дорог стали местом, где чаще всего случаются аварии: наезды и столкновения (рис. 6). Поэтому своды правил дорожного движения всех времён уделяют особое внимание безопасности на пересечениях дорог. Так, на билетах петербургских извозчиков конца XVIII в. было написано: «Когда случится подъехать к перекрёстку, тогда ехать тише и осматриваться во все стороны, чтобы кому

повреждения не учинить или с кем не съехаться...» [6].

Обозначение пересечения дорог включили в четвёрку первых международных знаков, утверждённых конвенцией по автомобильному передвижению (г. Париж, 1909 г.).

В XX в. богатый мифами и легендами перекрёсток становится главным героем уже других историй — технических, в которых архитекторы, инженеры и изобретатели разных стран предлагают свои решения задачи по обеспечению безопасности на пересечениях дорог.

Как перекрёстки транспортными развязками становились

С XIX в., чтобы показывать очередность движения «водителям кобыл» и пешеходам, оживлёнными перекрёстками «дирижировали» постовые (рис. 7). Чтобы стать заметней, регулировщики вставали на тумбы, надевали белые перчатки и использовали специальные жезлы. Жезлы были тоже белые, хотя известен период при советской власти, когда их поменяли на красные, пока не выяснилось, что лучше всего на дороге видны контрастные чёрно-белые жезлы.

В 1868 г. на центральном перекрёстке Лондона установили шестиметровую будку со стрелками. Регулировщик вручную задавал положение стрелкам, подавая знак экипажам о возможности движения. Этот аппарат, работавший по принципу железнодорожного семафора, служил безопасности пешеходов. Спустя месяц «английский дедушка светофора» взорвался из-за ночной подсветки керосиновыми фонарями. Взрыв привёл к гибели постового и надолго отбил у англичан интерес к светофорам.

Электрические красно-зелёные светофоры впервые появились в США (г. Кливленд, штат Огайо) в 1914 г. Система из четырёх светофоров управлялась полицейским, сидящим в стеклянной будке в центре перекрёстка. Успех эксперимента привёл к массовой «светофоризации» всей страны.

В СССР первые светофоры установили в 1930 г., сначала в Ленинграде, затем в Москве. Они также управлялись регулировщиком, делая его труд заметней.



Рис. 6. США, г. Бостон, первая треть XX в.



Рис. 7. Московские перекрёстки в начале прошлого века

Поиск технических средств регулирования движения шёл параллельно с поиском вариантов разведения транспортных потоков на пересечениях дорог. Наиболее интересными в этом направлении были эксперименты по организации кругового движения. Так, в 1877 г. француз Юджин Энард предложил свой проект кольцевого пересечения дорог для саморегулируемого безостановочного движения (рис. 8). Это первый проект кольцевой транспортной развязки. Но там, где он задумывался, — на площади Оперы в Париже — проект реализован не был [7].

Первое круговое движение было запущено в Америке в начале XX в. Архитектор Уильям Фелпс Эно разработал и реализовал проект кольцевой развязки, получив признание соотечественников как «отец безопасного движения». Первая кольцевая развязка (рис. 9–10) находится Нью-Йорке на площади им. Х. Колумба (Columbus Circle) [8].

В Великобритании первое кольцевое пересечение было построено в 1909 г. Решение англичанам пришлось по вкусу и в скором времени набрало огромную популярность. Инженеры Великобритании вели активные научно-исследовательские работы. В результате были разработаны и внедрены кольцевые пересечения с малым

диаметром центрального направляющего островка для повышения безопасности. Уже в 50-х гг. в Англии почти все перекрёстки были выполнены в виде малых площадей с круговым движением. Выражение «островок безопасности» для британцев служит синонимом кольцевой [9].

В английском языке используются три термина для разных видов движения на кольцевых: Traffic Circle («движение по кругу»), Rotaries («поворот») и Roundabout («кольцевые пересечения», дословно может переводиться как «карусель»). «Раундэбаут» представляют собой кольцевые пересечения малого и среднего диаметра.

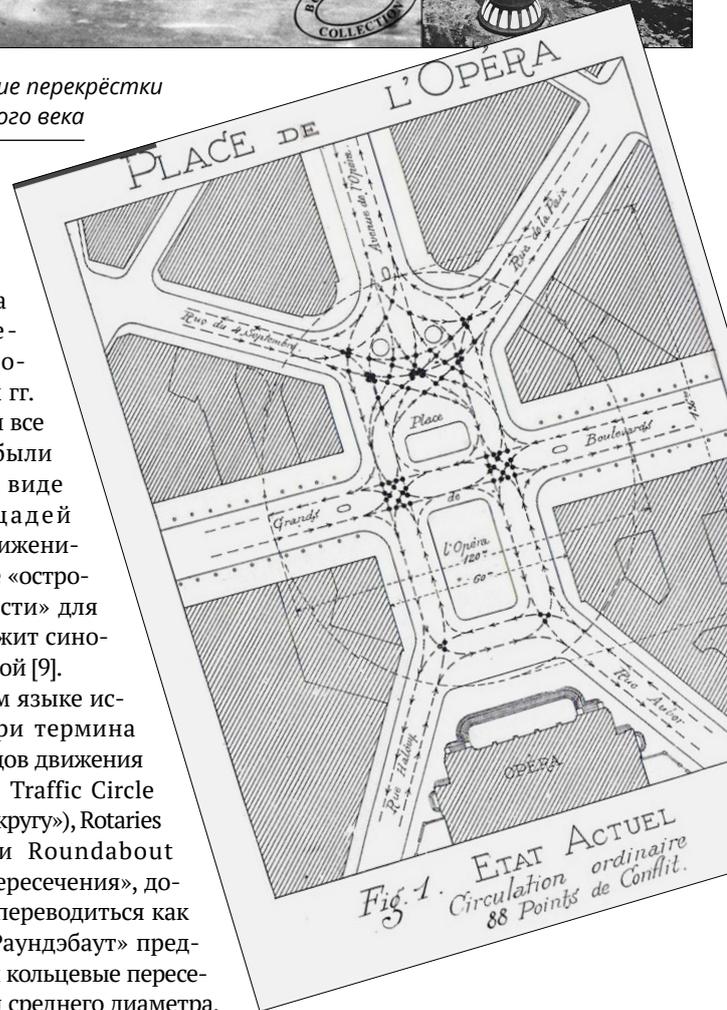


Рис. 8. Проект преобразования площади Оперы в Париже в кольцевую развязку. Париж, 1877 г.



Рис. 9. Пересечение дорог, на котором впервые пустили транспортное движение по кругу. США, Нью-Йорк, Площадь Колумба. Фото 1907 г.



Рис. 10. Перекрёсток с круговым движением на площади Колумба в наши дни



Рис. 11. Дорожные знаки, предупреждающие о приближении кольцевой

Рис. 12. В Англии левостороннее движение, поэтому стрелки на знаке направлены в противоположную от привычной нам сторону

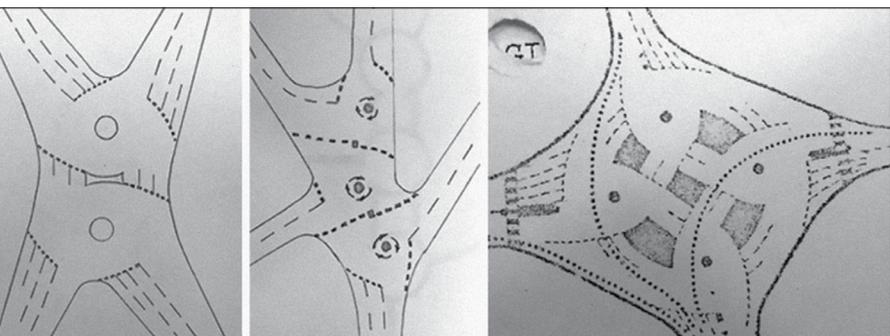


Рис. 13. Рождение «волшебной кольцевой»

Главная идея саморегулируемых пересечений дорог — принцип сотрудничества всех участников движения. Снизив скорость и пропустив тех, кто на кольце, мы делаем движение на пересечении безопасней

Это своего рода островки безопасности, они не отделены, а только выделены на проезжей части, на них могут заезжать большегрузы. На таких кольцевых нельзя поменять полосу. Приоритет движения всегда у тех, кто на круге. Этот вид организации движения в Англии получил огромную популярность (рис. 11–12). Франция и Америка всё активнее перенимают этот опыт.

Хрестоматий-ный вариант такой развязки был запущен в 1972 г. на одном из перекрёстков г. Суиндон: вокруг центрального круга расположены ещё пять колец. Как и другие «карусели», он нерегулируемый, здесь нет светофоров. Движение по главному кругу осуществляется по часовой стрелке, по мини-кругам для каждого направления — против часовой. 16 стоп-линий. На круг въезжать нельзя, пока слева есть помеха. Машины, выпускающие с круга на дорогу в других точках, на несколько секунд блокируют въезжающих на кольцо. Так решена проблема пересекающихся потоков. Автор проекта — инженер Фрэнк Блэкмор — сравнил единичные круговые перекрёстки с альтернативными прямолинейными, затем начал добавлять двойные, тройные и четверные варианты (рис. 13) [10].

Первое официальное название — «Острова графства» — не прижилось. Развязку прозвали «The magic roundabout» — «волшебной круговой развязкой» или, как называлась популярная в 60-е гг. детская телевизионная программа, «волшебным приключением» (рис. 14).

Британские учёные считают: если водитель помнит, куда он едет и смотрит по сторонам, то пересечь это распутье ему не составит труда [11]. Общественность с этим мнением не согласна, предпочитая регулируемое движение. Многие водители, особенно обескураженные левосторонним движением иностранцы, увидев информационный знак «The magic roundabout» (рис. 15), испытывают шок. Чтобы преимущества кольцевых развязок с саморегулируемым движением становились понятными и привычными, разными общественными организациями ведётся разъяснительная работа. Так, «Общество любителей кольцевых» (British Roundabout Appreciation Society UK) в 2016 г. выпустило календарь, представляющий 12 кольцевых со всего мира, пропагандируя их красоту и безопасность.

Главная идея саморегулируемых пересечений дорог — принцип сотрудничества всех участников движения. Снизив скорость и пропустив тех, кто на кольце, мы делаем движение на пересечении безопасней [12].

Приоритет двигающихся по кольцу перед въезжающими на него в странах Западной Европы начали вводить с конца 50-х гг. С тех пор отмечается рост количества кольцевых. К концу 2005 г. в мире было построено уже свыше 100 тыс. кольцевых пересечений. В СССР первые кольцевые пересечения запускают в 60-е гг. Изначально действовало «правило правой руки» — двигаю-



Рис. 14. The Magic roundabout. Великобритания, г. Суиндон



Рис. 15. Знак кольцевой «Волшебная карусель». Великобритания, г. Суиндон

щиеся по кругу уступали дорогу въезжающим. С 2010 г. приоритет на кольце стали определять знаки «Уступи дорогу» или «Движение без остановки запрещено». Это несколько усложнило ситуацию, заставляя водителей быть внимательней перед въездом на кольцо, при этом замедляя движение транспортных потоков. Несмотря на это, саморегулируемые кольцевые пересечения имеют длинный ряд инженерных, экономических и эстетических преимуществ, что обеспечивает дальнейший рост практики их применения.

«Клеверные листья», «спагетти», «бриллианты» из расходящихся дорог

Вскоре после того как возникла идея строительства скоростных автострад, инженеры начали размышлять над

тем, как дороги будут пересекаться, чтобы не создавать заторы. Уже на заре автомобилизации было очевидно, что обычный перекресток, требующий снижения скорости и даже остановки, не совместим со скоростной магистралью. Давние мечты о двухуровневых пересечениях в начале XX в. в разных странах стали претворять в реальные схемы и чертежи. Первый патент на проект двухуровневого пересечения дорог (street crossing) по типу клеверного листа (рис. 16) был выдан в Америке в 1912 г. [13]. Спустя 16 лет его реализовали на автомагистрали US-1 «Пенсильвания—Турнпайк» (Вудбридж, Нью-Джерси, США) — движение по первому в мире клеверу открыли в 1928 г.

Современный практик и теоретик проектирования транспортных объектов Дж.П. Лейч делит эволюцию транс-

портных развязок Северной Америки на три этапа.

20–50-е гг. — распространение транспортных развязок в несколько уровней. Уже в 30-е гг. в США насчитывалось более 125 таких развязок. Наиболее популярные пересечения были выполнены по типу клеверного листа, неполного клеверного листа и распределительного кольца с двумя и пятью путепроводами.

Немцы внимательно изучали опыт американцев. В первой трети XX в. они также были озабочены строительством межнациональной сети скоростных дорог. Известна их классификация, разработанная во Франкфурте-на-Майне, по которой схемы пересечений именовались по этапам развития европейской архитектуры: готическое, барокко, ренессанс (рис. 17) и другие.

К концу 30-х гг. идеи строительства двухуровневых развязок также активно продвигались в Европе и в СССР. Проектов было множество, но реализовать их до начала Второй мировой войны успели единицы.

В 1944 г. в США были изданы первые технические условия на проектирование транспортных развязок, где были описаны назначения геометрических элементов, а скорости на съездах увязаны со скоростями на подходящих к транспортной развязке дорогах.

50-80-е гг. — анализ накопленного опыта эксплуатации и эксперименты по исправлению ошибок. Главная проблема «клеверных листьев» — это поворот налево, приводящий к ча-

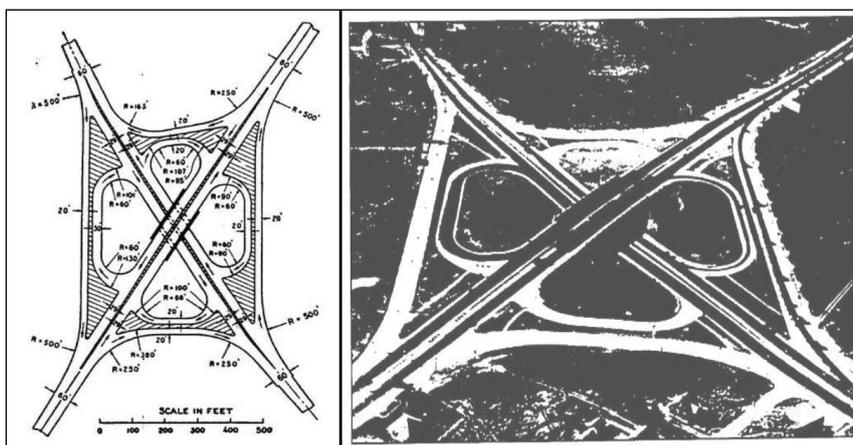


Рис. 16. Первый построенный «клеверный лист». US-1, Вудбридж, Нью-Джерси, США, 1928 г.

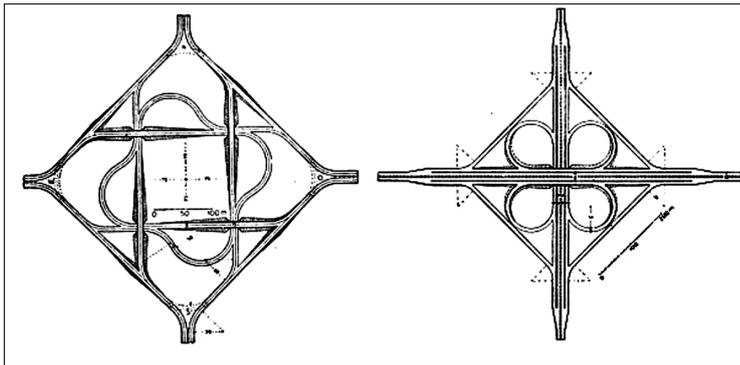


Рис. 17. «Барокко» и «Ренессанс» — так назывались схемы в первой немецкой классификации многоуровневых развязок, предложенной в 1938 г.



Рис. 18. Открытие одного из первых «клеверов» в Европе. Швейцария, г. Стокгольм, 1935 г.

стым столкновениям и создающий самозапира-ние транспортных потоков в условиях растущего траффика. На этом этапе инженеры стали учитывать человеческий фактор: поведение водителей на развязках, их ожидания на дороге влияли на проектные решения. Важно, чтобы дорога была понятной. Это привело к массовой реконструкции «клеверов» — их дополняли направленными съездами, особое внимание уделяя разметке, знакам, направляющим бордюрам и островкам.

Естественная эволюция классического клевера привела к появлению дифференцированного клевера: вместо пары съездов, блокирующих конфликт потоков начали строить отдельные съезды. При такой конструкции при движении по любому из пересекающихся шоссе сначала следует съезд для всех желающих выйти с основного шоссе, и лишь затем — заезд с пересекающегося шоссе.

При такой конструкции развязки съезды стали длиннее, соответственно, увеличился радиус поворота, что в итоге повысило скорость передвижения по ней. В некоторых случаях для удлинения коротких петлевых съездов используют дополнительные уровни развязки.

Новые правила проектирования дорожных развязок (Design Policy and the second generation of the Highway Capacity Manual) создавались уже с учётом ошибок прошлых лет.

Активную работу по геометрии проектирования дорог вёл инженер Лейч-старший — один из самых известных в своей профессии новаторов, эмигрировавший из революционной России. В США он сделал головокружительную карьеру инженера-проектировщика. Его идеи влияли на стратегию транспортного развития США и Канады. Лейч-старший для каждой транспортной развязки создавал схемы с учётом их назначения (сельские, пригородные, городские) и объёма траффика пересекающихся дорог. При выборе схемы он принимал во внимание экономические показатели, а также поведение водителей на дороге. Эти идеи развивает и продвигает в наши дни Джоэль П. Лейч-младший, выступая с лекциями по всему миру.

В СССР первая транспортная развязка по типу клеверного листа была запроектирована в 1936 г. для пересечения автомагистрали Москва—Минск с дорогой Витебск—Смоленск. Но построена она была уже после войны [14].



Рис. 19. Савёловская эстакада — трёхуровневая транспортная развязка, построенная в Москве в 1965 г.



Рис. 20. Грейвелли Хилл — шестиуровневая развязка, открытая в Англии в 1972 г. и прозванная за свою путанность «спагетти», что стало именем нарицательным для сложных стечковых развязок



Рис. 21. Современные кольцевые транспортные развязки

Сразу 42 разноуровневых пересечения, 8 из которых были выполнены по типу полного клеверного листа, открыли для движения в 1962 г. в столице. Московская кольцевая автомобильная дорога (МКАД) долгое время оставалась крупнейшим комплексом транспортных сооружений страны.

В 1964 г. в СССР были разработаны технические указания по проектированию пересечений и примыканий автомобильных дорог. За «железным занавесом» западный опыт на официальном уровне был неинтересен, и на тот момент признанный устаревшим «классический клеверный лист» продолжал опутывать наши городские шоссе и междугородние магистрали (рис. 19).

Устранение ошибок прошлого в некоторых случаях привело к появлению новых. Ярчайшим образцом чрезмерного увлечения идеей разведения транспортных потоков и сокращения возможностей сделать поворот служит шестиуровневая развязка Грейвелли Хилл Стаффордширского транспортного узла (рис. 20). Она была запущена в Бирмингеме (Великобритания) в 1972 г. Газетные журналисты сравнили её с клубком брошенных на тарелку спагетти. Сравнение прижилось, и теперь сложные стековые (или накопительные) развязки повсеместно называют «спагетти». Пропустив нужный съезд, водитель теряет массу времени на поиск возможности вернуться к своему направлению.

Такие транспортные развязки требуют огромных площадей. Так, под Грейвелли Хилл отведено 30 гектаров земли. При её строительстве снесли завод, 160 домов, небоскрёб, банк, паб, перенесли 250 тысяч рыб в местный бассейн.

На современном этапе эволюции транспортных развязок разведение транспортных потоков идёт иным путём. Особое внимание инженеры уделяют психологии восприятия водителем дороги: выбор пути должен быть простым, а возможность разворота должна сохраняться в рамках разумных пределов. Для этого увели-

чивают длину слияния и расхождения съездов, чтобы видимость пересечения была лучше; разрабатывают двухполосные выходы и входы; оценивают скорость, безопасную для таких переходов. Особое внимание уделяют геометрии (направляющим островкам, бордюрам), маркировке, знакам, чтобы упростить водителю поиск своего направления (рис. 21).

Новинками в числе схем транспортных развязок за последнее тридцатилетие стали «расходящийся бриллиант» (Double Crossover Diamond /

На современном этапе... особое внимание инженеры уделяют психологии восприятия водителем дороги: выбор пути должен быть простым, а возможность разворота должна сохраняться в рамках разумных пределов.



Рис. 22. Одна из последних новинок в схемах транспортных развязок — «расходящийся бриллиант»



Рис. 23. Бусиновская транспортная развязка стала первой пятиуровневой в России в 2015 г.

Diverging Diamond) (рис. 22) и развязки, включающие в себя современные кольцевые пересечения (roundabout). Важен геометрический элемент разведения потоков, позволяющий проще ориентироваться на транспортной развязке. Такие схемы более компактны, сохраняют возможность разворота, островки заставляют водителей сбросить скорость, что повышает безопасность на пересечении дорог.

Дальнейшую эволюцию транспортных развязок на уровне схем сложно вообразить. Сейчас развитие идёт в рамках концепции интеллектуальной транспортной системы, нацеленной на увеличение пропускной способности дорог.

Многоуровневое будущее транспортных узлов

В начале XX в. двухуровневые развязки по типу классического клеверного листа были настоящим шедевром инженерного творчества. Уже к середине прошлого века рост трафика вызвал необходимость в реконструкции классических клеверов. «Лепестки» стали дополнять направленными съездами, разделяющими потоки. Дифференцированный клевер в XXI в. получил официальное признание и в России. Так, в 2015 г. в Москве полностью открыли для движения Бусиновскую развязку (рис. 23), ставшую первой пятиуровневой в стране.

Глубокий анализ опыта эксплуатации транспортных развязок XX в. позволяет исключить ошибки прошлого при современном проектировании. Создавая транспортные развязки сегодня, инженеры обязательно учитывают развитие трафика, его плотность, направления потоков, стремятся увеличить пропускную способность пересечений, не забывая о требова-

ниях безопасности. Проектировщики принимают во внимание поведение водителя и его ожидания на дороге, увеличивая дальность видимости, совершенствуя простоту следования своему направлению геометрией, разметкой, знаками, и стараются оставить возможность разворота, даже если допущена ошибка при выборе пути. ■

Литература:

1. Мифы народов мира: Энцикл.: в 2 т. / гл. ред. С.А. Токарев. 2-е изд. М.: Советская энциклопедия, 1987. Т. I. 671 с.
2. Чубова А.П., Касперавичюс М.М., Саверкина И.И., Сидорова Н.А. Искусство Восточного Средиземноморья I-IV веков. М.: Искусство, 1985. 255 с.
3. Разинов Ю.А. Символика перекрёстка // Вестник Самарской гуманитарной академии. Сер. Философия. Филология. 2010. №1(7). С. 123–130.
4. Захоронения на перекрёстках: мифология и места на карте. URL: <http://www.diary.ru/~Grabschonheiten/p181473309.htm> (дата обращения: 12.07.2017).
5. Криничная Н.А. Русская народная мифологическая проза. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 2000.
6. Билет извозчику в 1795 г. // Русская старина, 1896. Т. 85. № 1. С. 122–124. Сетевая версия М.: Вознесенский, 2006.
7. Инфографика недели: город до и после: Круговое движение, ступенчатый бульвар и другие урбанистические инновации Эжена Энара // Интернет-журнал Arzamas. URL: <http://arzamas.academy/mag/226-infographic-hernand> (дата обращения: 12.07.2017).
8. Нью-Йорк для всех и для каждого: Площадь Колумба // Персональный блог Blog-post.ru. URL: <http://newyork4rus.blogspot.ru/2015/10/blog-post.html> (дата обращения: 12.07.2017).
9. Липницкий А.С., Михайлов А.Ю. Компактные кольцевые пересечения — возможности применения и особенности проектирования Эжена Энара. http://transport.istu.edu/downloads/round_3.pdf (дата обращения: 12.07.2017).
10. Волшебная круговая развязка: кругосветное путешествие по самой сложной дорожной развязке в мире // Geektimes — сообщество людей, занятых в индустрии высоких технологий. URL: <https://geektimes.ru/post/279094/> (дата обращения: 12.07.2017).
11. Современные кольцевые пересечения / А.В. Зедгенизов [и др.] Иркутск: Иркутский государственный технический университет, 2009. 106 с. Деп. в ВИНТИ 24.12.2009, № 823.
12. Юсупова Ю.Х. Эволюция проектирования дорожных кольцевых пересечений // История науки и техники. 2012. № 10. С. 61–66.
13. Joel P. Leisch. Evolution of Interchange Design in North America // Presentation at the Geometric Design-Learning from the Past Session of the 2014 Conference of the Transportation Association of Canada. URL: <http://conf.tac-atc.ca/english/annualconference/tac2014/s-30/morrall.pdf> (дата обращения: 12.07.2017).
14. Гохман В.А., Визгалов В.М., Поляков М.П. Пересечения и примыкания автомобильных дорог. М.: Вышш. шк., 1989.

«ИндорАкадемия»

программа академического партнёрства
на образовательном уровне

Образовательный процесс в учебном заведении должен быть построен так, чтобы из стен вузов выпускались востребованные специалисты. Наибольшим спросом будут пользоваться те выпускники, которые уже во время учёбы овладели современными инструментами работы. Чтобы обеспечить высокий уровень подготовки студентов в области проектирования, строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог и городских улиц, учебным заведениям необходимо иметь современное программное и методическое обеспечение. Его можно получить, вступив в академическое партнёрство с компанией «ИндорСофт». О возможностях такого партнёрства и о том, как эти возможности получить, узнайте из нашей программы «ИндорАкадемия».



Являясь одним из лидеров отечественного рынка САПР и ГИС автомобильных дорог, компания «ИндорСофт» предлагает образовательное сотрудничество преподавателям и студентам профильных специальностей. Что же даёт участнику программа академического партнёрства?

Современное программное обеспечение

Сотни передовых организаций дорожного хозяйства используют в своей работе программные продукты компании «ИндорСофт». Поэтому будущему инженеру, технику или управленцу важно ещё во время учёбы овладеть современными инструментами работы.

Для аудиторных занятий, а также для индивидуального обучения работе с ПО компании «ИндорСофт» участники академического партнёрства получают доступ к нашим программным продуктам:

- IndorCAD/Road: система проектирования автомобильных дорог;
- IndorTrafficPlan: система проектирования организации дорожного движения;
- IndorPavement: система расчёта конструкций дорожных одежд;
- IndorCulvert: система проектирования водопропускных труб;
- IndorRoad: геоинформационная система автомобильных дорог;
- IndorRoadSigns: система проектирования дорожных знаков;
- IndorMap: универсальная геоинформационная система.

Техническая и методическая поддержка

Уже сейчас на нашем сайте доступны дистанционные курсы обучения, а также документация с подробным описанием функциональных возможностей систем. Кроме того, можно задать вопросы специалистам техподдержки компании «ИндорСофт» и получить исчерпывающий ответ.

Мы постоянно пополняем нашу библиотеку учебных методических пособий, лабораторных работ и курсов, разработанных на основе использования наших систем. Наиболее успешные материалы получают широкое распространение в преподавательской среде.

Обучение преподавательского состава

Для преподавателей вузов, участвующих в программе «ИндорМагистр», проводятся индивидуальные консультации, стажировки и обучение с возможностью получения удостоверений государственного образца о прохождении курсов повышения квалификации.

Мотивационные мероприятия

Компания «ИндорСофт» ежегодно проводит конкурсы проектов, награждая авторов лучших работ ценными призами. Студенты более охотно погружаются в работу над проектом, который будет оцениваться не только в стенах родного вуза, но и профессиональным сообществом. Победа в конкурсе даёт большие преимущества при поиске работы.

Журнал «САПР и ГИС автомобильных дорог»

Хотите быть в курсе инновационных технологий проектирования и управления в области дорожного хозяйства? Читайте «САПР и ГИС автомобильных дорог». Автоматически стать подписчиком издания позволяет участие в программе «ИндорАкадемия». Более того, преподаватели академического партнёрства получают возможность опубликовать свои собственные статьи на страницах профессионального издания.



IndorRoad

Геоинформационная система
автомобильных дорог

- управление сетями автомобильных дорог
- ведение дежурного плана и карты дорог
- ведение паспортов автомобильных дорог
- обработка материалов диагностики
- планирование и учёт работ по содержанию, ремонту, реконструкции и строительству
- учёт и анализ интенсивности движения
- учёт и анализ дорожно-транспортных происшествий
- планирование мероприятий по БДД
- управление земельно-имущественным комплексом (кадастр и инвентаризация)
- проектирование организации дорожного движения