

InfraBIM для автомобильных дорог

DOI: 10.17273/CADGIS.2019.1.1

Бойков В.Н., д.т.н., зав. кафедрой геодезии и геоинформатики МАДГТУ (МАДИ) (г. Москва)
Скворцов А.В., д.т.н., профессор, генеральный директор ООО «ИндорСофт» (г. Томск)

Рассматривается концепция InfraBIM и конкретная её реализация для автомобильных дорог, а также перспективы внедрения InfraBIM в России. Предлагаются первоочередные задачи, которые необходимо решить на данном этапе развития для полноценного внедрения и поддержки InfraBIM на всех стадиях жизненного цикла автомобильных дорог.



Рис. 1. На перепутье трёх BIM-дорог

Введение

Эволюция BIM, с одной стороны, происходит на глобальном уровне, когда вопросы развития методологии и формирования нормативной базы, разработки программного обеспечения и повышения интероперабельности информационных моделей за счёт открытых обменных форматов решаются на международном уровне посредством международных консорциумов и альянсов. Примером этому могут служить: консорциум buildingSMART International, альянс по открытому проектированию Open Design Alliance (ODA), открытый геопространственный консорциум Open Geospatial Consortium (OGC) и другие. С другой стороны, развиваются национальные подходы к эволюции BIM, которые учитывают специфику и уровень развития нормативной базы, технологическую готовность к внедрению новых подходов в проектировании, строительстве и эксплуатации, а также традиции образовательной среды каждой конкретной страны.

Анализ подходов различных стран к развитию и внедрению BIM позволяет выявить две доминирующие тенденции. Назовём их англо-американская и скандинавская тенденции.

Англо-американская тенденция заключается в основном в формировании нормативно-технической базы BIM и придании ей статуса международных стандартов де-факто. В качестве программного обеспечения (ПО) BIM-процессов рассматриваются и рекомендуются разработки (линейки программных продуктов) Autodesk (США) и Bentley Systems (США) и их проприетарные форматы данных, опять же с приданием этому ПО и форматам международного стандарта де-факто.

Очень многие страны в мире приняли в качестве основы своих национальных стандартов незначительно адаптированные версии американского National BIM Standard или британских стандартов серии PAS/BS 1192, включающие рекомендации по организации работы на основе продукции только двух компаний: Autodesk и Bentley [1].

Скандинавская тенденция, которую можно рассмотреть на примере Финляндии, заключается в поддержке концепции OpenBIM — универсального подхода к совместному проектированию, строительству и эксплуатации объектов капитального строительства (в частности, автомобильных дорог), основанного на открытых рабочих процессах и стандартах (рис. 1).

Преимущества OpenBIM состоят в том, что:

- используются лучшие в своём классе решения (от разных производителей);
- плавно обновляются технологии (эволюция вместо революции);
- нет сложного переобучения;
- нет сложного внедрения;
- особое внимание уделяется узким местам;
- возможна интеграция с разными решениями, в том числе имеющими национальную специфику (расчёт смет, инженерные расчёты и др.);
- происходит общее развитие вместо развития технологий.

При таком подходе решается вопрос гибридного замещения программного обеспечения, допускающего использование как отечественного, так и импортного ПО, замещение которого невозможно на данном этапе развития.

В 2007 году Финляндия приступила к разработке национальных основ BIM. В 2012 году был опубликован до-

Common InfraBIM Requirements – What and how to model

InfraBIM Classification System – Infrastructure classification

Inframodel Data Exchange – Inframodel3 – Definition – Guidelines for use

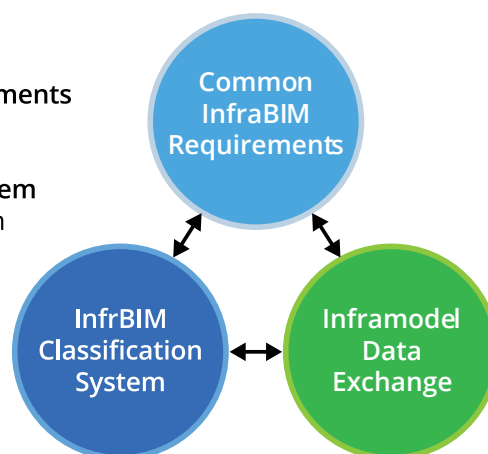


Рис. 2. Стандарты в составе финского документа COBIM-2015 для инфраструктуры

кумент COBIM-2012, содержащий требования BIM в сфере промышленного и гражданского строительства.

Параллельно с BIM для промышленного и гражданского строительства развивался и BIM для инфраструктуры, известный как проект InfraFinBIM. В 2015 году была завершена работа над документом COBIM-2015, состоящим из семи томов. Он содержит BIM-требования к инфраструктуре и «лежит на трёх китах» (рис. 2) [2]:

1. «InfraBIM — Общие требования» (Common InfraBIM Requirements);
2. «InfraBIM — Система классификации» (InfraBIM Classification System);
3. «Inframodel — Обмен данными» (Inframodel Data Exchange).

«InfraBIM — Общие требования» состоит из 12 разделов, основные из которых:

- «Общие требования к моделированию»;
- «Исходные данные»;
- «Модель и моделирование на разных этапах проектирования»;
- «Строительные модели»;
- «Гарантия качества модели»;
- «Управление активами: моделирование на этапе эксплуатации».

«InfraBIM — Система классификации» содержит требования по классификации элементов модели, процессов и строительной продукции, необходимых для реализации положений InfraBIM.

«Inframodel — Обмен данными» является национальным открытым обменным форматом на основе формата LandXML и обязателен к применению

с 2015 года для всех финских инфраструктурных проектов.

Открытый BIM (OpenBIM) предполагает, что в каждом проекте может использоваться индивидуальный набор инструментов и ПО, который состоит из наилучших в своей области решений и оптимально решает поставленные проектные задачи. Это обстоятельство позволяет финнам широко использовать программные разработки отечественных (скандинавских) производителей, среди которых Terrasolid, Solibri, Tekla и др.

Финский подход к развитию и внедрению BIM для инфраструктуры в рамках проекта InfraFinBIM имеет одно огромное достоинство, которое для нас может оказаться ещё более значимым и существенным, — это **сохранение и приумножение цифрового суверенитета**. А вслед за этим формируется и статус суверенитета отечественной науки и образования. Очевидно, что формирование и реализация научно-технического проекта InfraRusBIM по типу финского, но с российской спецификой способствовало бы решению многих вопросов в сфере InfraBIM.

Цели и задачи InfraBIM

Любая техническая или технологическая инновация в сфере проектирования и строительства имеет своей целью в первую очередь повысить качество процесса и конечного продукта, а также по возможности снизить стоимость работ и/или сократить временные затраты. Информационная технология InfraBIM способна потенциально одновременно достигать всех пере-



Рис. 3. Курьёзные коллизии проектных решений на практике

численных выше целей. Однако при этом следует понимать, что InfraBIM является технологией поддержки всего жизненного цикла объекта проектирования, а значит, и считать стоимостные и временные параметры этого объекта необходимо не на отдельных стадиях (проектирование, строительство, эксплуатация), а на всём жизненном цикле.

Выполненные пилотные проекты по технологии InfraBIM в нашей стране пока прошли лишь стадию проектирования, но именно на этой стадии закладываются основные потребительские качества будущего объекта, в нашем случае автомобильной дороги. Эти проекты показали высокий потенциал повышения качества проектных решений в первую очередь за счёт устранения пространственных коллизий. Ещё больший потенциал видится в совершенствовании методов оценки проектных решений на основе информационных моделей автомобильных дорог. Об этом речь пойдёт ниже.

На рис. 3 приведены неустранённые коллизии при реализации дорожных проектов, которые вызывают грустную улыбку и скорее относятся к разряду курьёзных. Можно говорить о безалаберности исполнителей, а можно это интерпретировать как строгое

следование строителей указаниям проектной документации, которая на уровне чертежей содержит такие проектные решения. В первом случае (рис. 3, а) смотровой колодец установлен на трамвайных путях. Во втором (рис. 3, б) перепутано местоположение трубопроводов, но опытные сварщики по месту принимают «правильное» решение. В третьем (рис. 3, в) вырез в тротуаре не совпал с местоположением смотрового колодца, для которого предназначался этот вырез.

Визуальный анализ сводных информационных моделей позволяет выявить до 99 % проектных коллизий, и это подтверждается практикой. На рис. 4 представлены коллизии, выявленные при визуальном анализе сводных моделей: лестница упирается в шумозащитный экран (рис. 4, а); сбросные лотки установлены ниже подшвы насыпи (рис. 4, б).

Сводная информационная модель является мощным инструментом в руках проектировщика для анализа собственных решений. Модель порождает новые методы оценки проектных решений, которые были невозможны или малодоступны при автоматизированном проектировании. Приведём лишь 3 примера: пространственный анализ расчётной

видимости автомобильной дороги (рис. 5, а); выявление зон с необеспеченным водоотводом (рис. 5, б); оценка соответствия проезжей части динамическому габариту автомобиля (рис. 5, в) [3].

Среди множества задач, которые необходимо решить для полноценного внедрения и поддержки InfraBIM на всех стадиях жизненного цикла автомобильных дорог, на данном этапе развития целесообразно рассмотреть 5 первоочередных задач.

Задача 1. Разработка нормативно-технической базы InfraBIM

В 2016 году в госкомпании «Автодор» был разработан первый нормативный отраслевой документ в сфере BIM: СТО АВТОДОР 8.6-2016 «Организационная и технологическая поддержка процессов формирования информационных моделей автомобильных дорог на всех этапах жизненного цикла». Этот документ позволил выполнить первые пилотные проекты и накопить определённый опыт для дальнейшей эволюции процесса информационного моделирования дорог.

В 2016–2017 гг. по заданию ФДА «Росавтодор» был выполнен ряд научно-исследовательских работ в сфере BIM. В результате мы получили ОДМ 218.3.105–2018 «Методические рекомендации по организации взаимодействия участников разработки проектной и рабочей документации на пилотных проектах строительства, капитального ремонта и реконструкции автомобильных дорог с применением BIM-технологии», утверждённый и введённый в действие приказом от 05.06.2018 № 2084-р.

Разработка методических рекомендаций преследовала следующие цели [4].

Цель 1. Повышение качества проектной документации и сокращение

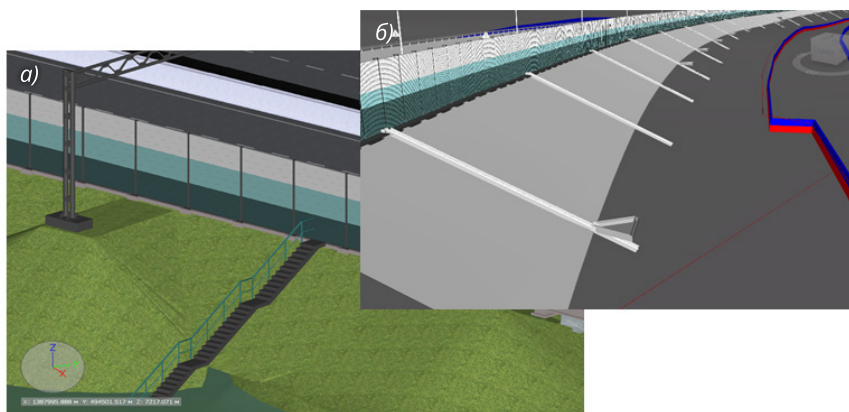


Рис. 4. Выявленные коллизии проектных решений на сводной модели

сроков строительства (реконструкции, ремонта) дорог за счёт реализации парадигмы информационного моделирования 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.

Введение в действие этих методических рекомендаций позволит провести в 2019 году серию пилотных проектов на новом уровне качества,

которые, безусловно, должны обогатить теорию и практику информационного моделирования дорог на стадиях проектирования и строительства.

В настоящее время также по заданию ФДА «Росавтодор» ведётся разработка двух ПНСТ, призванных расширить и детализировать процессы информационного моделирования автомобильных дорог.

Разработка общеотраслевых регламентов и стандартов в сфере InfraBIM не исключает необходимости разработки внутрикорпоративных регламентов (BIM-стандартов или СТО), которые должны учитывать специфику работы и кадровый потенциал конкретного юридического лица.

Задача 2. Выбор программного обеспечения

Следуя принципам концепции OpenBIM и решая вопрос гибридного замещения программного обеспечения [5], допускающего использование как отечественного, так и импортного ПО, мы предлагаем гипотетическую линейку программных средств, реализующих InfraBIM на стадии проектирования автомобильных дорог. Как видно из перечня, это довольно известные программные продукты. Новым в этой линейке является программный комплекс S-Info (ООО «С-Инфо», г. Санкт-Петербург), но именно его появление делает линейку российских программных продуктов относительно самостоятельной.

S-Info — первый отечественный программный комплекс, который позволяет выполнять сборку сводной информационной модели автомобильной дороги из элементов, разработанных в различных программных модулях. S-Info может применяться для организации запросов, передачи, координации, синхронизации и просмотра данных сводной модели, выполняя функции среды общих данных (СОД) [6], а также для решения прикладных инженерных и управленческих задач при проектировании, строительстве и эксплуатации автомобильных дорог.

- **Изыскания:** пакет программ КРЕДО (СП «Кредо-Диалог» — ООО, г. Минск), ТороCAD (Adtollo AB, Швеция) и др.
- **Проектирование дорог:** IndorCAD/Road (ООО «ИндорСофт», г. Томск), Топоматик Robur — Автомобильные дороги (ООО НПФ «Топоматик», г. Санкт-Петербург), КРЕДО ДОРОГИ (СП «Кредо-Диалог» — ООО, г. Минск), Civil 3D (Autodesk, США) и др.
- **Проектирование ИССО:** IndorCulvert, IndorBridge (ООО «ИндорСофт», г. Томск), Renga (Renga Software, г. Москва) + Revit (Autodesk, США) и др.
- **Конструирование и расчёт дорожных одежд:** IndorPavement (ООО «ИндорСофт», г. Томск), Топоматик Robur — Дорожная одежда (ООО НПФ «Топоматик», г. Санкт-

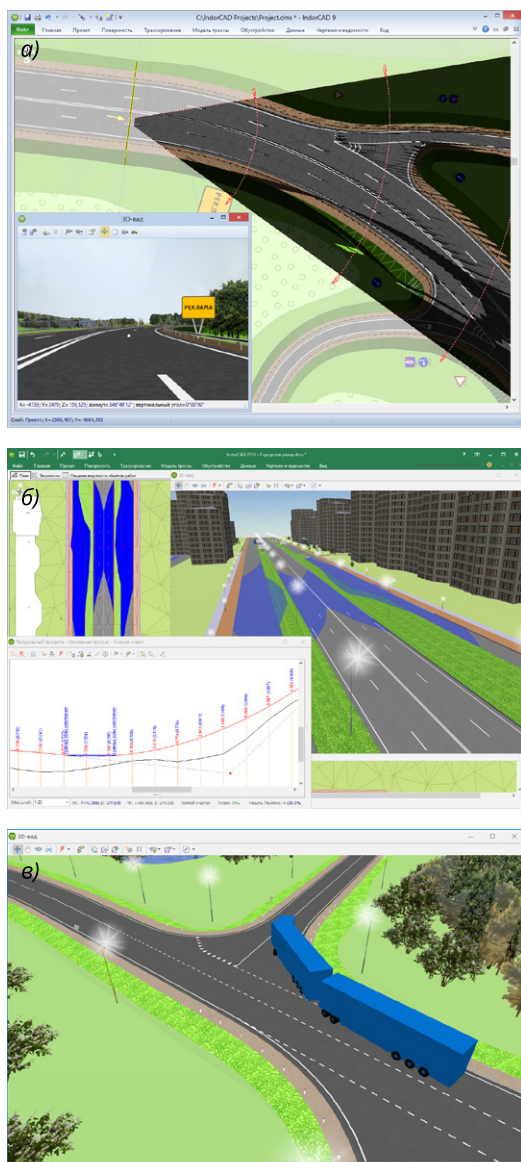


Рис. 5. Оценка проектных решений на сводной модели

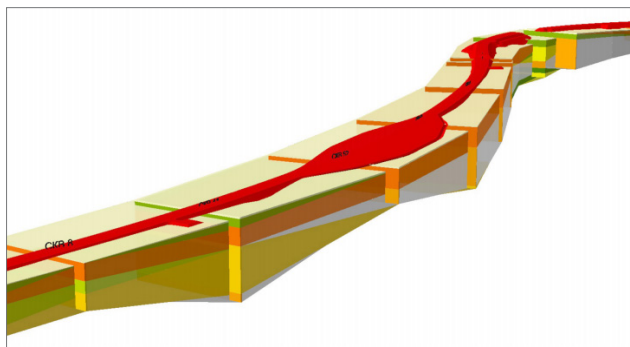


Рис. 6. 3D-модель геологического строения местности в полосе отвода

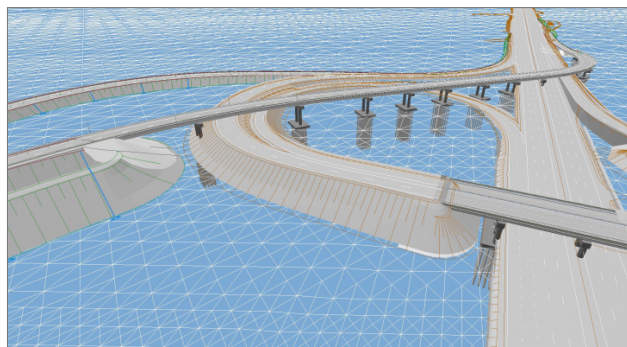


Рис. 7. 3D-отображение путепроводов и эстакад, включая подземную часть сооружений

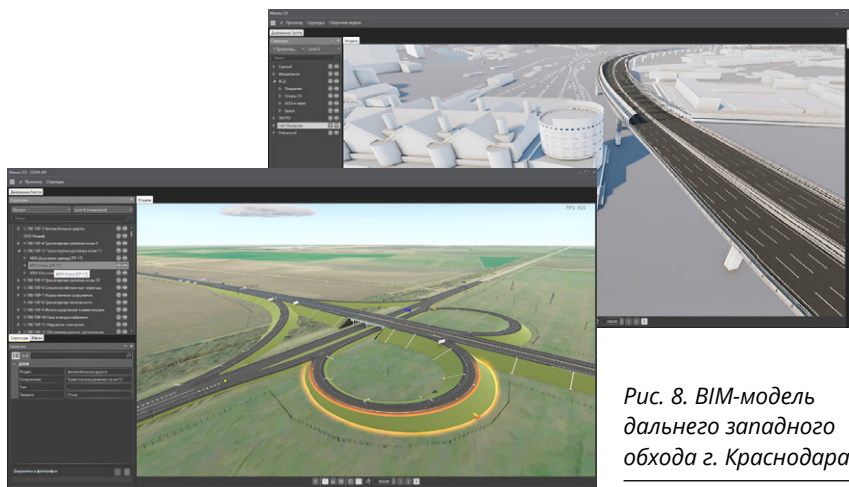


Рис. 8. BIM-модель дальнего западного обхода г. Краснодара

Петербург), КРЕДО РАДОН (СП «Кредо-Диалог» — ООО, г. Минск) и др.

- **Сметные расчёты:** ABC-4 (ООО НПП «ABC-Н», г. Новосибирск), 1С:Смета (ЦСП Эрикос, г. Екатеринбург), 5D Смета (НТЦ «Гектор», г. Москва) и др.
- **Сборка единой BIM-модели:** S-Info (ООО «С-Инфо», г. Санкт-Петербург), Navisworks (Autodesk, США), Trimble Connect (Trimble) и др.
- **Среда общих данных (СОД):** S-Info (ООО «С-Инфо», г. Санкт-Петербург), IndorBIM Server (ООО «ИндорСофт», г. Томск), ProjectWise (Bentley, США), PilotICE (Аскон, г. Санкт-Петербург) и др.
- **Линейно-календарное планирование (ПОС, ППР):** S-Info (ООО «С-Инфо», г. Санкт-Петербург), Synchro (Bentley, США), Microsoft Project (Microsoft, США) и др.

Что касается перечня открытых обменных форматов, обеспечивающих интероперабельность информационных моделей в процессе их жизнен-

ного цикла, то здесь в первую очередь необходимо говорить о поддержке формата IFC, предложенного консорциумом buildingSMART. Однако круг инженерных и управленческих задач в рамках InfraBIM настолько широк и многообразен, что требует поддержки и других форматов, таких как LandXML, CityGML, FBX и многих других [7, 8].

Задача 3. Апробация методов и технологий InfraBIM на пилотных проектах

Одним из первых проектов с позиции информационного моделирования стал проект «ТЭО на соединительную дорогу от М-4 «Дон» к А-105, подъезд к аэропорту «Домодедово» (проектировщик — ООО «ГорКапСтрой»). Целью данной работы было получение информационной модели дороги на стадии ТЭО для последующей передачи этой модели на стадию «П» и, как следствие, существенное сокращение периода времени на разработку проектной документации [9, 10].

Впервые было апробировано отображение геологических данных в виде 3D-модели (рис. 6) и поперечных профилей в составе 3D-модели дороги, что существенно повысило наглядность отображения геологической информации в составе модели дороги.

Также впервые была апробирована на стадии ТЭО технология детальной 3D-проработки путепроводов и эстакад, включая пролёты, опоры и фундаменты (свайные ростверки) (рис. 7). При разработке информационной модели дороги были использованы библиотеки типовых элементов: конструкции железобетонные, конструкции металлические, модели дорожных знаков (включая стойки и фундаменты), ограждения, объекты освещения и др.

Подготовленная документация ТЭО в составе чертежей, пояснительной записки и информационной модели дороги была передана заказчику для последующей её детализации на стадии «П» (проектная документация).

Наиболее полно и глубоко процессы информационного моделирования автомобильных дорог были реализованы на проекте «Дальний западный обход г. Краснодара» (рис. 8).

Уникальными в этом проекте, выполненным инженерной группой «Стройпроект», были два момента. Во-первых, последовательно были разработаны информационные модели: территориального планирования, инженерных изысканий, предпроектная модель, проектная модель. Во-вторых, был апробирован программный комплекс для управления жизненным циклом объектов транспортной инфраструктуры S-Info.



Рис. 9. Работа с бумажными проектами в полевых условиях

Рис. 10. Дорожно-строительная площадка ближайшего будущего



Задача 4. Работа с информационной моделью на дорожно-строительной площадке

Запрос на информационную модель со стороны дорожных строителей существует уже давно. Сложность работы с бумажной документацией в полевых условиях (рис. 9) общеизвестна, и элементарный перенос модели и сопутствующих ей чертежей на планшеты уже является определенным достижением. Но есть более широкий круг задач на строительной площадке, требующий наличия информационных моделей. Это и контроль материально-технического снабжения, и линейно-календарное планирование, и геодезические разбивочные работы, и многое другое.

В дискуссию, которая ведётся по поводу выноса информационной модели автомобильной дороги на стройку, включились также такие лидеры дорожной отрасли, как ПАО «Мостотрест», АО «ДСК Автобан», ЗАО «ВАД». Это даёт надежду на то, что в ближайшее время InfraBIM появится на дорожно-строительной площадке.

Задача 5. Подготовка инженерных кадров с компетенциями в сфере InfraBIM

Лозунг 2-й советской пятилетки (1928–1932 гг.) — «Кадры решают всё» — остаётся верным на все времена. Смена методологии подготовки проектной документации с автоматизированного проектирования на информационное моделирование поставила вопрос о повышении квалификации специалистов в первую очередь для проектных организаций.

В настоящее время МАДИ подготовил 72-часовую программу повышения квалификации, включающую следующие основные темы:

1. BIM — InfraBIM — InfraRusBIM. История вопроса.
2. Теоретические основы.
3. Нормативно-техническое обеспечение.
4. Практические основы.
 - 4.1. Изыскания: пакет программ КРЕДО.
 - 4.2. Проектирование дорог: IndorCAD/Road.
 - 4.3. Проектирование ИССО: Renga + Revit.
 - 4.4. Расчёт дорожных одежд: IndorPavement.
 - 4.5. Сметные расчёты: ABC-4.
 - 4.6. Сборка единой BIM-модели: S-Info.
 - 4.7. Календарное планирование (ПОС, ППР): S-Info.
 - 4.8. Среда общих данных (СОД): S-Info.
5. InfraRusBIM на стадиях строительства и эксплуатации дорог.
6. Перспективы дальнейшего развития InfraRusBIM.

Однако ещё более важной задачей является подготовка специалистов, владеющих основами информационного моделирования дорог на всех стадиях их жизненного цикла. В учебный план МАДИ для дорожников постепенно входят новые дисциплины, повышающие компетенцию будущих специалистов в сфере информационных технологий: САПР/BIM автомобильных дорог, ГИС в дорожном строительстве, информационные технологии в строительстве, глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) в строительстве. ■

Литература:

1. Скворцов А.В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2016. № 2(7). С. 4–48. DOI: 10.17273/CADGIS.2016.2.1
2. Building SMART Finland. Publications and Standards. URL: <https://buildingsmart.fi/en/infrabim-en/> (дата обращения: 15.05.2019).
3. IndorCAD 10 как BIM-инструмент анализа проектных решений и обнаружения коллизий / В.Н. Бойков [и др.] // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 108–113. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.16
4. Бойков В.Н., Скворцов А.В., Сарычев Д.С. Цифровая автомобильная дорога как отраслевой сегмент цифровой экономики // Транспорт Российской Федерации. 2018. № 2. С. 96–100.
5. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Проекты стандартов и регламентов BIM для автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2017. № 1(8). С. 9–12. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.10
6. Скворцов А.В., Бойков В.Н. Общая среда данных как ключевой элемент информационного моделирования автомобильных дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 2(5). С. 37–41. DOI: 10.17273/CADGIS.2015.2.6
7. 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
8. 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
9. Скворцов А.В. Стандарты для обмена данными // Автомобильные дороги. 2015. № 2. С. 84–89.
10. 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