

# Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли

DOI: 10.17273/CADGIS.2015.1.3

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

*Рассматривается вопрос экономической эффективности применения BIM-технологий в дорожной отрасли. На примере проектной компании рассматривается, какие изменения в организационно-штатной структуре предприятия должны произойти для внедрения BIM-технологий. Рассматриваются потенциальные выгоды, получаемые*

*участниками рынка от внедрения BIM. Кратко рассматривается, как технологии информационного моделирования в автодорожной отрасли внедряются в мире и в России.*

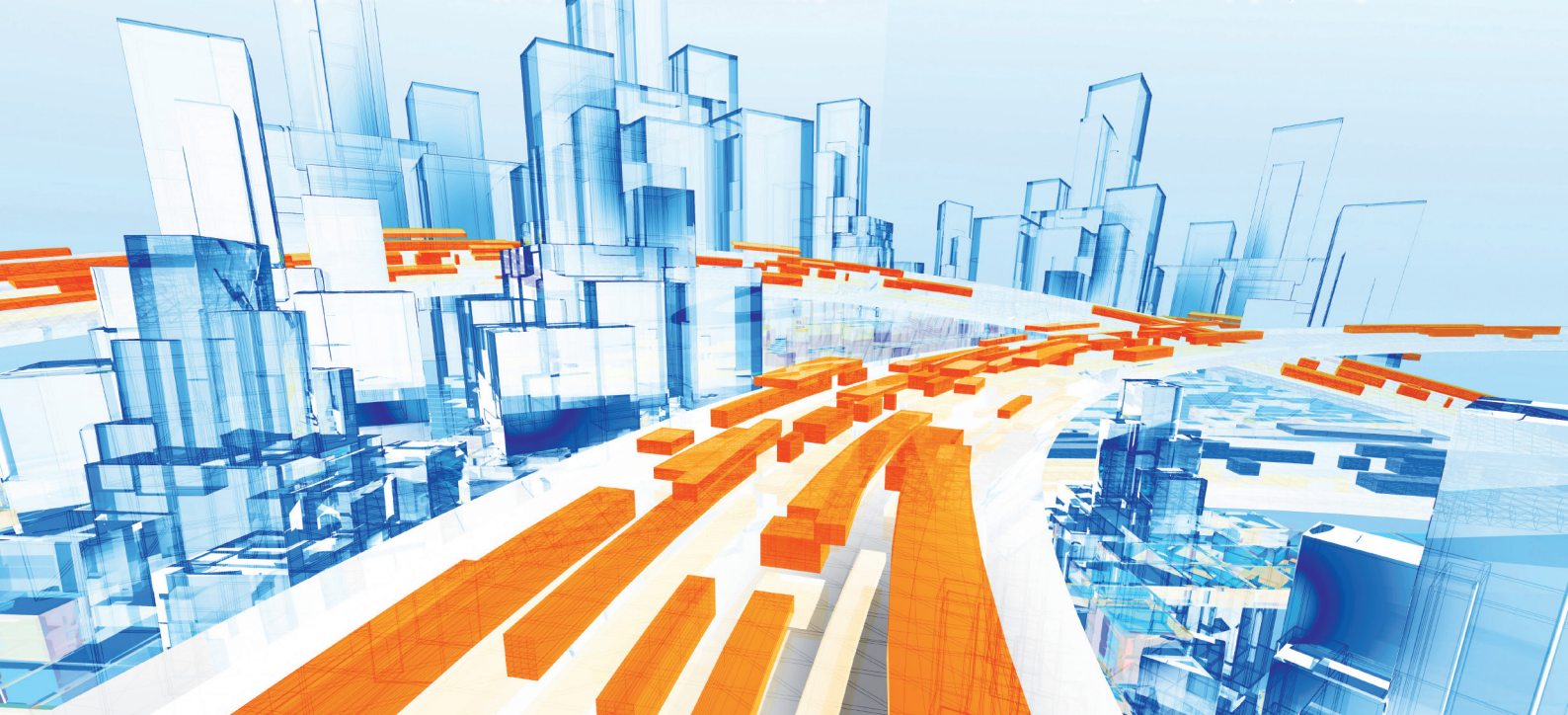
С 60-х годов прошлого века в ряде западных стран, и прежде всего в Великобритании, начали предприниматься первые шаги по автоматизации процесса проектирования. В наши дни, благодаря развитию технологий, мы имеем множество программных продуктов, называемых САПР — системы автоматизированного проектирования [1]. Но автоматизация не остановилась лишь на этапе проектирования, около 10 лет назад мировое сообщество впервые услышало о новом подходе, названном BIM (Building Information Modelling) — информационное моделирование сооружений. Данный подход революционно отличается от всего, что было ранее — на смену набору разрозненных чертежей (пусть даже и электронных, выполненных в программных комплексах САПР), согласно BIM, приходит комплексная информационная модель,

включающая в себя всю информацию об объекте капитального строительства [2, 3]. Эта BIM-модель передаётся от одного этапа жизненного цикла объекта к другому и дополняется, повышается детализация модели [4, 5]. Пользуясь терминологией, принятой в информационном моделировании, модель на разных этапах имеет различный LOD (Level of Development Specification/Level of Detail) — уровень проработки/детализации [6]. Создание такой комплексной трёхмерной модели уже показало свою эффективность, позволяя выявлять коллизии (например, недопустимые наложения коммуникаций внутри здания), что позволило сократить расходы и время, которые потребовались бы на устранение ошибок проектирования на последующих этапах реализации проекта. Англичане, являющиеся на данный момент лидерами в области

информационного моделирования зданий, подсчитали, что применение BIM-технологий для зданий на этапе проектирования и строительства позволяет сэкономить до 30% бюджета, а на этапе эксплуатации — ещё больше! Образно говоря, лишние затраты в 1 рубль, направленные на создание BIM-модели на этапе проектирования, дадут экономию в 3 рубля при строительстве и 10 рублей — при эксплуатации.

## Как добиться успеха при внедрении BIM-технологий?

Нельзя утверждать, что одно лишь знание о существовании технологии BIM и установка на рабочих местах специалистов самых современных программных продуктов, реализующих работу с информационными моделями, сразу же приве-



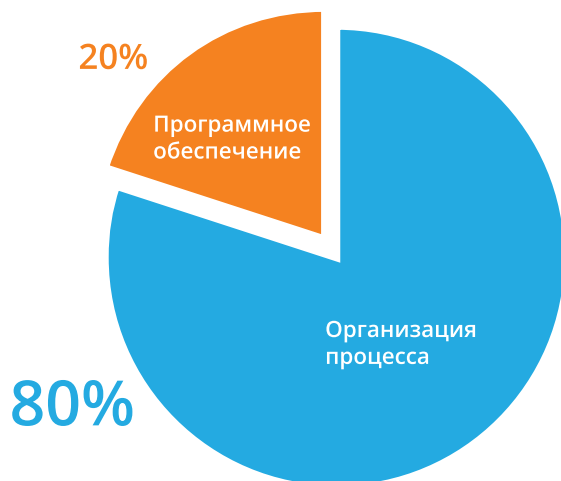


Рис. 1. Составляющие успеха при внедрении BIM

дёт нас к 30-процентной экономии бюджета. На 80% успех применения BIM-технологий заключается в организации процессов, в разработке и применении на практике BIM-стандарта организации — документа, описывающего то, как в данной организации следует формировать модель объекта и как в дальнейшем использовать её на других этапах жизненного цикла. И лишь 20% успеха кроется в выборе удобного инструмента информационного моделирования — программного обеспечения, которое позволит обеспечить выполнение всех процессов, описанных в BIM-стандарте (рис. 1).

Зачастую такой документ, как BIM-стандарт организации, создаётся под определённое программное обеспечение (ПО), на котором будут работать сотрудники, учитывая специфику, заложенную в продукт конкретным вендором. ПО должно обеспечивать, прежде всего, возможность *коллективной работы* с моделью. Немаловажным является и требование к *интероперабельности* — способности к взаимодействию с другими

программными продуктами, т.к. модель, созданная на этапе проектирования, будет передана на последующие этапы — строительства и эксплуатации, где решаются свои специфические задачи. Для обеспечения интероперабельности был создан стандарт IFC (Industry Foundation Classes), который используется в качестве обменного формата программных продуктов для проектирования зданий.

Рассмотрим, какие изменения в организационно-штатной структуре предприятия должны произойти для внедрения BIM-технологий, на примере проектной компании. Организацией процесса внедрения и последующим поддержанием информационного моделирования занимается BIM-менеджер, он возглавляет BIM-отдел (рис. 2). Если компания крупная и проектирует одновременно несколько объектов, то по каждому из объектов назначается BIM-координатор (если проектов немного, то справится и BIM-менеджер). Этот специалист обеспечивает формирование BIM-модели, обмен данными внутри команды проектировщиков

(или между командами, вовлечёнными в создание проекта), выявление коллизий — то есть поддерживает коллективную работу с моделью. Для решения мелких технических вопросов, специфичных для информационного моделирования, в помощь команде проектировщиков может назначаться один или несколько BIM-модельеров — они создают отдельные элементы информационной модели, формируют библиотеку типовых элементов, могут «поднимать» модель по 2D-чертежам — формировать информационную трёхмерную модель на основе «плоских» чертежей, выполненных в классических САПР. Уровень компетенции BIM-менеджера должен соответствовать уровню ГИПа (главного инженера проекта) или ГАПа (главного архитектора проекта). Зачастую великолепные BIM-менеджеры получают из наиболее инициативных и квалифицированных проектировщиков, идущих в ногу с новыми технологиями, но нередко и случаи найма профессионального BIM-менеджера, что называется, со стороны. Требования к квалификации BIM-координатора и BIM-модельера не столь высоки, и опытный BIM-менеджер может «вырастить» таких специалистов из вчерашних студентов.

На сегодняшний момент среди производителей программного обеспечения, реализующего BIM-подход, наиболее ярко выделяются два крупных вендора — Autodesk и Bentley. Однако это утверждение справедливо в большей степени для этапа проектирования и исключительно для объектов капитального строительства, и далее мы дадим этому объяснение.

### Какие выгоды получают участники рынка от применения BIM-технологий?

Ответ на данный вопрос не столь очевиден, как кажется, но мы всё-таки попытаемся ответить на него. Рассмотрим ситуацию, когда все участники рынка вовлечены в процесс коллективной работы с информационной моделью, и она (модель) передаётся и дополняется на всех этапах жизненного цикла. В первую очередь рассмотрим выгоды от внедрения BIM-технологий, которые получает **заказчик**. Трёхмерная модель объек-

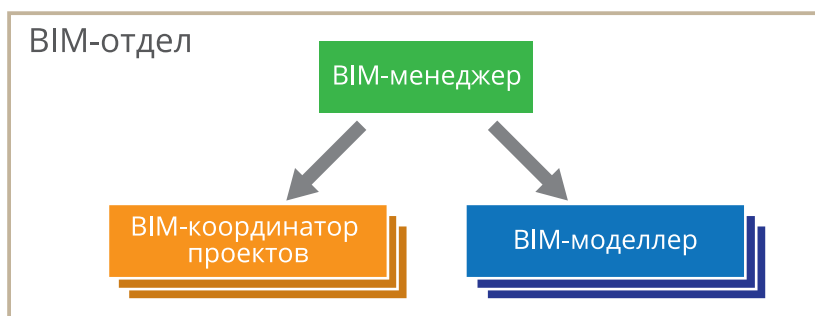


Рис. 2. Состав BIM-отдела



та, которая начинает формироваться с этапа технико-экономического обоснования и проектирования, затем передаётся на этап строительства, а после — на этап эксплуатации, является более наглядной, репрезентативной, а сам процесс реализации проекта становится более «прозрачным» и управляемым. Нередки случаи, когда заказчик, впервые увидев трёхмерную информационную модель здания, отвергал технические решения, которые ранее были успешно согласованы на уровне отдельных чертежей поэтажных планов. В качестве яркого примера приведём случай: увидев стеклянную крышу в трёхмерной модели, заказчик заставил изменить утверждённый проект, т.к. регион, в котором уже начали возводить многоэтажное здание, — Сибирь, где зима длится более полугода. Также снижается риск возникновения коллизий. Над большим проектом работают различные команды проектировщиков, и лишь сведя отдельные результаты работы в одну информационную модель, можно ещё на этапе проектирования устранить недопустимые наложения коммуникаций и прочие ошибки проектирования, которые ранее очень сложно было отследить из-за разрозненности представления информации. Как следствие, заказчику не придётся тратить лишние средства на устранение этих ошибок на этапе строительства. Снижаются сроки реализации проекта как за счёт уменьшения возможных ошибок, так и за счёт повышения управляемости проектом. BIM-модель позволяет не просто оптимально спланировать очередность работ, но и грамотно перераспределить имеющиеся ресурсы в случае необходимости для минимизации простоев техники. Моделирование различных стратегий эксплуатации объекта позволяет оптимизировать затраты на содержание объекта.

Следующим в цепочке выгодоприобретателей от применения BIM-технологий является **проектировщик**. Прежде всего, использование таких инновационных подходов является конкурентным преимуществом перед теми участниками рынка, которые проектируют «по старинке». Улучшение качества проектной документации за счёт уменьшения возможных ошибок, описанных выше, вариантное проектирование без пе-

речерчивания общей неизменной части вариантов (например, проекта планировки территории), автоматизированные вычисления (начиная от расчёта объёма бетона, необходимого для реализации проекта, и заканчивая полным сметным расчётом) — всё это является безусловными плюсами, которые получает проектировщик от использования BIM-моделирования.

Некоторые **подрядчики** скептически относятся к внедрению BIM-моделирования, ведь данный подход предполагает прозрачность процессов, открытость перед заказчиком при совместной работе по реализации проекта. Но такая честность и открытость будет выгодно отличать подрядную организацию на фоне других, предпочитающих «ловить рыбу в мутной воде». Наиболее продвинутые организации уже оценили возможности, которые открывает использование систем автоматизированного управления дорожно-строительными машинами (САУ ДСМ) — максимальное приближение результата к проекту, не столь высокие требования к квалификации водителей, возможность работать ночью. Ведь всю работу за оператора делает «умная техника» с загруженной в неё информационной моделью проектной поверхности. На текущий момент в России закуплено порядка 600 комп-

лектов таких машин (по экспертной оценке специалиста, представляющего компанию Leica в РФ), и их количество растёт — значит, бизнес уже сделал свой выбор. Крупнейшими поставщиками такой техники являются зарубежные компании: Trimble, Leica, Topcon. В дорожном строительстве используются две основные автоматические технологии управления: на базе глобальной навигационной спутниковой системы и с использованием роботизированных тахеометров [7, 8]. Но при любом из этих вариантов необходима трёхмерная модель поверхности, которую в подавляющем большинстве случаев пока что вынуждены формировать сами подрядчики по 2D-чертежам либо эксперты, поставляющие оборудование, а это дополнительные затраты времени и средств. Переход на BIM-моделирование решает этот вопрос. Более высокое качество проектной и рабочей документации, выполненной в информационных моделях, позволит снизить количество переделок в процессе строительства, а значит, уменьшить расхождение с графиком выполнения работ. Снижение времени простоя техники за счёт гибкого управления проектом, наличия всей необходимой информации по объекту в одной непротиворечивой модели, возможности моделирования

**Заказчик**

Повышается «прозрачность».

Снижаются риски коллизий.

Меньше ошибок в проекте.

Уменьшаются сроки реализации.

Различные стратегии эксплуатации.

Экономия средств на всех этапах.

**Проектировщик**

Конкурентное преимущество.

Снижаются риски коллизий.

Вариантное проектирование.

Автоматизированный расчёт объёмов материалов.

Автоматизированный сметный расчёт.

**Подрядчик**

Конкурентное преимущество.

Применение САУ ДСМ.

Эффективная работа ночью.

Ниже требования к квалификации водителей.

Меньше исправлений ошибок в процессе стройки.

Снижение времени простоя техники.

Рис. 3. Выгоды участников рынка от внедрения BIM

каждого отдельного этапа строительства — все плюсы, которые даёт BIM-моделирование, идут также в копилку подрядчика.

Как мы можем убедиться, от внедрения технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла выигрывают все участники рынка (рис. 3). Но до сих пор, к сожалению, не так много проектов реализуют данный подход.

## Как технологии информационного моделирования в автодорожной отрасли внедряются в мире и в России?

На уровне Минстроя РФ принят План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства. И если в отрасли промышленного и гражданского строительства имеется богатая история из множества реализованных BIM-проектов, разработаны стандарты, реализованы необходимые функции в ПО, то в области инфраструктуры, в том числе и для автомобильных дорог, BIM-стандарты ещё начинают формироваться не только в нашей стране, но и на Западе.

Международный альянс buildingSMART [9] совместно с Open Geospatial Consortium [10] проводят совместную работу над сближением форматов данных BIM для инфраструктуры InfraBIM и геоинформационных систем. Альянс buildingSMART является одним из участников разработки стандарта IFC, на данный момент разработаны следующие расширения данного стандарта для автомобильных дорог: модель трасс линейных объектов IFC Alignment, IFC-Bridge — модель мостовых сооружений и IFC-Road — модель автомобильной дороги (базируется на IFC Alignment). Это лишь первые результаты из набора стандартов инфраструктурных решений, который предполагается разработать к 2018–2020 гг.

Со стороны нашей страны также ведётся аналогичная работа в направлении применения BIM-технологий для объектов инфраструктуры. По заказу Государственной компании «Российские автомобильные дороги» (госкомпания «Автодор») выполняется научно-исследовательская работа (НИР) на тему «Разработка рекомендаций по использованию инновационных технологий информационного моделирования на всех этапах жизненного цикла автомобильных дорог». В результате данной работы появятся:

- проект СТО (стандарт организации) «Организационная и технологическая поддержка процессов формирования информационной модели автомобильной дороги на всех этапах жизненного цикла»;

- рекомендации по созданию информационных моделей на предпроектных стадиях (территориальное планирование, программы развития, проекты планировки) и при выполнении проектно-исследовательских работ для ремонта, капитального ремонта, комплексного обустройства, реконструкции и строительства автомобильных дорог;
- рекомендации по поддержанию и развитию информационных моделей на стадии реализации дорожных проектов (дорожно-строительные работы), включая применение САУ ДСМ, и на стадии эксплуатации автомобильных дорог (диагностика, планирование работ по содержанию и ремонту, инвентаризация, кадастр, мониторинг транспортных потоков, элементов ИТС и др.);
- рекомендации по созданию и использованию технологий моделирования на всех стадиях жизненного цикла автомобильных дорог.

Для выполнения данной научно-исследовательской работы на площадке ООО «Автодор-Инжиниринг» организована рабочая группа, занимающаяся вопросами применения BIM-технологий на объектах дорожного хозяйства, анализируется мировой опыт, и уже сейчас (до получения окончательных результатов консорциумом buildingSMART в части стандартов InfraBIM) делаются шаги по внесению изменений в подходы и принципы выполнения проектной и рабочей документации в виде информационных моделей. Среди членов рабочей группы представители:

- автодорожной отрасли: Госкомпания «Автодор», ООО «Автодор-инжиниринг», ГП «Крымгипродор»;
- научного сообщества: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Научно-технический совет ГК «Автодор»;
- разработчики программного обеспечения, как отечественные, так и зарубежные: ООО «ИндорСофт», ООО «Кредо-Диалог», Autodesk CIS, Bentley;
- ведущие эксперты применения технологии и методологии BIM на объектах промышленного и гражданского строительства.

Кроме научных разработок уже имеется и практический опыт. В ряде «пилотных» объектов госкомпания «Автодор» уже применяется информационное моделирование, в частности проект по технико-экономическому обоснованию (ТЭО) соединительной хорды от М4 «Дон» до А105 подъезд к Домодедово выполнялся с построением трёхмерной информационной модели. На этапе строительства на некоторых объектах используется САУ ДСМ, в технику загружают информационные модели поверхностей, которые подрядные организации самостоятельно в инициативном порядке «поднимают»

**ТЭО**

3D-модель соединительной хорды от М-4 «Дон» до А-105 подъезд к Домодедово

**Строительство**

Применение САУ ДСМ — модели поверхностей «поднимают» из 2D-чертежей

**Эксплуатация**

Использование геоинформационных систем:

- ГИС М-4 «Дон»
- ГИС М-3 «Украина»

*Рис. 4. Применение информационного моделирования на различных этапах жизненного цикла автомобильной дороги*

из двумерных чертежей. На этапе эксплуатации используются информационные ГИС-модели по дорогам М4 «Дон» и М3 «Украина» [11]. На отдельных этапах жизненного цикла автомобильной дороги производится апробация технологий информационного моделирования (рис. 4), однако пока ещё нет единой схемы применения данного подхода — построения модели, начиная с этапа ТЭО, и наполнения её по мере реализации проекта вплоть до вывода из эксплуатации.

Зарубежный и отечественный опыт применения BIM-технологий для зданий и сооружений показывает, что использование информационных моделей на объектах дорожного хозяйства непременно даст положительный эффект в смежной предметной области — автодорожной отрасли. С одной стороны, процесс внедрения и применения осложняется отсутствием законченного полного набора стандартов InfraBIM, с другой стороны — открывает возможности для России принять непосредственное участие в разработке данных стандартов, т.к. buildingSMART не является закрытым европейским альянсом, например работу над стандартом IFC-Roads ведёт Корейский институт строительных технологий.

### Как внедрение BIM-технологий отразится на стоимости проекта?

Безусловно, применение BIM-технологий в дорожной отрасли принесёт существенные изменения в существующий процесс разработки документации по проекту. На сегодняшний день существует распределение: 40% — стоимость стадии П (ин-

женерный проект) и 60% — стоимость стадии Р (рабочий проект). Данная пропорция будет значительно изменена — смещение трудоёмкости и стоимости разработки модели произойдёт в сторону стадии П. Грубая приближённая модель, сформированная на этапе ТЭО, передаётся на этап разработки проектной документации. В основу этой модели могут быть положены данные из открытых источников: космоснимки, информация о рельефе (без выполнения съёмки геодезическими приборами эти данные легко найти в интернете, но они имеют невысокую точность) и пр. На стадии П используются результаты полевых изысканий: данные геологической разведки, результаты геодезической съёмки. Модель в значительной степени уточняется и детализируется, формируются сметные расчёты, календарно-сетевые графики производства работ — выполняется большая часть работ по формированию информационной модели. На стадии Р информационная модель, разработанная на предыдущем этапе, уточняется и корректируется (а не создаётся новый пакет рабочей документации на основании существующего проекта, как это делается сейчас) — этот процесс значительно менее затратный по времени и усилиям, следовательно, и стоимость его ниже. Возможно, в принципе придётся уйти от разделения на стадии П и Р — стадии будут различаться по LOD (уровню проработки/детализации модели).

Государственный заказчик в лице госкомпании «Автодор», как передовик применения инноваций на объектах дорожного хозяйства, осознаёт всю важность не простого участия в данном процессе, а необходимость возглавить и управлять внедрением технологий информационного моделирования автомобильных дорог через:

- разработку стандартов;
- внесение соответствующих требований к информационным моделям в технические задания к Государственным контрактам на ТЭО, проектирование и последующие этапы жизненного цикла;
- работу с ФАУ «Главгосэкспертиза России» — отказаться от устаревшего способа проверки бумажной проектной документации и использовать всю мощь со-

временных технологий информационного моделирования (Мосгорэкспертиза уже принимает «пилотные» BIM-проекты к сдаче). [\[1\]](#)

**Литература:**

1. Бойков В.Н. IT-технологии в поддержке жизненного цикла дорог // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 1(2). С. 1,6–7.
2. 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.
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.
4. Скворцов А.В. BIM автомобильных дорог: оценка зрелости технологии // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. № 2(3). С. 12–21.
5. 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.
6. Сарычев Д.С., Скворцов А.В. Элементы моделей автомобильных дорог и уровни проработки как основа требований к информационным технологиям / САПР и ГИС автомобильных дорог. 2015. № 1(4). С. 30–36.
7. Кулижников А.М., Ануфриев А.А., Колесников И.П. Нормативная база для САУ 3D // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №2(3). С. 37–42.
8. Райкова Л.С., Анисимов С.С., Петренко Д.А. 3D-визуализация как современная технология повышения качества проектных решений // САПР и ГИС автомобильных дорог. 2014. №1(2). С. 20–24.
9. buildingSMART // Официальный сайт международной организации buildingSMART. URL: <http://www.buildingsmart.org/> (дата обращения: 02.06.2015).
10. Open Geospatial Consortium // Официальный сайт международного консорциума Open Geospatial Consortium. URL: <http://www.opengeospatial.org/> (дата обращения: 02.06.2015).
11. Попов В.А., Пьянков С.П., Баранник С.В. Как работают геоинформационные системы // Автомобильные дороги. 2015. №4(1001). С. 63–65.