

Интернет-журнал «Наукоедение» ISSN 2223-5167 <http://naukovedenie.ru/>

Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/vol9-3.php>

URL статьи: <http://naukovedenie.ru/PDF/70TVN317.pdf>

Статья опубликована 12.06.2017

Ссылка для цитирования этой статьи:

Антонюк А.А., Чижов С.В. Принципы информационного моделирования транспортных сооружений // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №3 (2017) <http://naukovedenie.ru/PDF/70TVN317.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

УДК 625.745.12

Антонюк Анатолий Анатольевич

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург¹
Аспирант
E-mail: AAA.12.03.1992@mail.ru

Чижов Сергей Владимирович

ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I», Россия, Санкт-Петербург
Кандидат технических наук, доцент
E-mail: sergchizh@yandex.ru
РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=474085

Принципы информационного моделирования транспортных сооружений

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом особенностей применения BIM-технологий, как современного формата информационного моделирования и автоматизированного средства проектирования строительных объектов, характерных для сферы транспортного строительства.

К настоящему времени применение BIM-технологий реализуется преимущественно в промышленном и гражданском строительстве. Организация жизненного цикла проектов транспортного строительства имеет схожие признаки и допускает теоретическую возможность для внедрения и сопровождения BIM-технологий применительно к транспортным сооружениям, таким как мосты и тоннели.

Информационное (виртуальное) моделирование является современным и рациональным способом формирования свойств и характеристик для возводимых строительных объектов различных отраслей. На этапе проектирования устанавливаются показатели надёжности, безопасности и эффективности эксплуатации строительных объектов. Очевидно, что при таком подходе, выбор адекватного алгоритма организации жизненного цикла становится отличительной особенностью строительной отраслевого направления, например, транспортного строительства.

Качество информационных потоков для формирования и модификации знаний ключевых участников (специалистов) об оперативном и фактическом состоянии строительного

¹ 190031, РФ, Ленинградская область, Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 9, оф. 1-205, факультет «Транспортное строительство», кафедра «Мосты»

Особенности информационной модели (ВИМ-модели) строительного объекта [1, 2]:

- модель полностью отображает структуру жизненного цикла для соответствующего здания и сооружения;
- в состав модели включается определенное количество информации, которое определяется действующей нормативной базой по строительству и является обязательной по отношению к рассматриваемому объекту строительства;
- результаты накопления и обработки данных на определенном этапе жизненного цикла объекта строительства являются исходной информацией для принятия решений по объекту для последующих этапов, связанных с его эксплуатацией, реконструкцией и утилизацией.

Основной особенностью технологии информационной модели здания (ВИМ) является возможность управлять стоимостью, безопасностью и надежностью сооружения в интерактивном режиме. Такой подход позволяет оптимизировать конструктивно-технологические решения, связанные с формированием требований к проектированию, строительству и эксплуатации сооружения [3].

Рассмотренная особенность нашла отражение в докладах, представленных на международной конференции, посвящённой анализу прикладной (отраслевой) структуры использования и сферы практического применения ВИМ-технологий по региональному признаку, на примерах реализованных проектов гражданского и промышленного назначения, в том числе инженерных сетей, оборудования, элементов городской среды (геоинформационных систем, ГИС) и др. [4].

Особый акцент современных возможностей ВИМ-технологий в строительстве просматривается в формате расширения инструментальных возможностей для визуального отображения установленной организационно-технологической последовательности возведения проектируемого строительства (метод визуального планирования или 4D ВИМ). Визуальная 4D-модель дополняет проектные (конструктивные) особенности 3D-модели четвёртым измерением - временем или продолжительностью строительства, характеризуемой соответствующей календарной или сетевой моделью. Метод визуального планирования позволяет осуществлять мониторинг простых и комплексных процессов моделирования возведения и эксплуатации сооружений, которые производятся в определённой иерархической последовательности [5].

Преимущества внедрения ВИМ-технологий в сферу транспортного строительства

Перспективы практического приложения ВИМ-технологий (включая аспекты законодательного регулирования, процедуры разработки и экспертизы проектных решений) в отношении объектов гражданского и промышленного строительства нашли отображение в документе, опубликованном на официальном сайте Минстроя России [6].

В соответствии с положениями рассматриваемого *«плана поэтапного внедрения технологий ВИМ в области промышленного и гражданского строительства...»* в результате информационного моделирования строительного объекта формируется: *«...информационная модель нового сооружения, несущая в себе все сведения о будущем объекте»*, а реализация ВИМ-технологий: *«...позволит повысить конкурентоспособность российского строительного комплекса на мировом рынке, улучшить качество изысканий, проектирования и строительства объектов, снизить себестоимость на этапе проектирования и проведения экспертизы проектной документации, а также обеспечит снижение рисков возникновения чрезвычайных ситуаций»* [6]. В качестве дополнения к данному утверждению следует

отметить, что основная, по нашему мнению, экономическая эффективность внедрения BIM-технологий наблюдается не на этапе проектирования сооружения, а на этапах его строительства и эксплуатации, так как расходы именно на эти этапы жизни сооружения и составляют основную часть всей себестоимости возводимого сооружения.

Основные и характерные строительные объекты, относящиеся к сфере транспортного строительства, достаточно заметно отличаются от строительных объектов гражданского и промышленного назначения. Главным отличием транспортного сооружения от других сооружений является его линейный характер, который позволяет сформировать основу для информационного моделирования различных субъектов (транспортная система города, прилегающие здания, подземные коммуникации и т.д.). По этой причине терминологический аспект BIM-технологий применительно к линейно-протяжённым объектам (например, автомобильным и железнодорожным дорогам) включает, скорее вынужденный смысл и декларируемый способ приобщения к современному вектору развития и применения системы автоматизированного проектирования (САПР) для проектирования, возведения и эксплуатации объектов дорожной отрасли народного хозяйства [7].

Вместе с тем, плановое внедрение BIM-технологий формирует возможности для качественного и количественного роста показателей эффективности объектов дорожной отрасли по следующим направлениям [8]:

- развития и совершенствования актуальных современных концепций, рассматривающих взаимодействие информационных технологий по сопровождению объекта транспортного строительства на всех этапах его жизненного цикла (см. рисунок 1);
- адаптации эффективных международных подходов и стандартов для отечественных условий формирования объектов транспортной инфраструктуры;
- формирования верифицированных и актуальных данных, ориентированных на многократное (типовое) применение: проектирование, строительство и эксплуатацию в различных природно-климатических условиях (дорожно-климатических зонах);
- учреждения и эволюционного изменения стандартов профессионального обучения и совершенствования практических навыков специалистов, занятых в дорожной отрасли.

Концепция информационной модели объекта строительства предопределила формат некоторой специфичной организационно-технической структуры - группы специалистов, вырабатывающих соответствующие управленческие решения (информационные потоки данных различного функционального назначения, в рамках единого проекта) с применением соответствующего программного обеспечения [9].

В материалах практического вебинара [10] по современным возможностям прикладного программного обеспечения приведен пример одного из возможных вариантов последовательного внедрения BIM-технологии на основных этапах жизненного цикла мостового перехода (моста).

В таблице 1 представлена характеристика программного обеспечения, которое позволяет формировать сопровождение BIM-технологии в рамках проектного сопровождения (формирования информационной модели) мостового перехода.

Таблица 1

**Характеристика видов программного обеспечения,
использованного для инфраструктурного проектирования моста [11]**

Наименование этапа (периода) жизненного цикла	Тип данных	Вид представления	Программное обеспечение
<i>Эскизное проектирование</i> (предпроектное предложение): - формирование исходной цифровой модели местности, включая существующую инфраструктуру; - визуализация концепции (модели) моста.	визуальный, информационный	Графический (3D)	Infraworks
<i>Строительные изыскания:</i> - формирование цифровой модели строительной площадки в рамках локальной геоинформационной системы.	справочный, информационный	графический (3D, 2D)/ текстовой	Map 3D, Navisworks
<i>Проектирование:</i> - формирование трехмерной (твердотельной) модели моста; - формирование грунтового основания; - разработка расчётной, конечноэлементной модели; - определение параметров напряженно-деформированного состояния; - конструирование элементов моста; - экспертиза проектных решений; - визуальное представление конечного результата.	справочный, расчетный, информационный	графический (3D, 2D)/ текстовой	Civil 3D, SOFiSTiK, Revit, Inventor, Navisworks, Infraworks
<i>Строительство:</i> - формирование организационно-технологической последовательности строительных процессов; - контроль и управление строительным производством; - экспертиза качества выполнения строительных процессов.	расчетный, информационный	графический (3D)/ текстовой	Navisworks
<i>Эксплуатация:</i> - экспертиза параметров фактического (технического) состояния; - показатели надежности и эффективности эксплуатации.	расчетный, информационный	графический (3D, 2D)/ текстовой	–

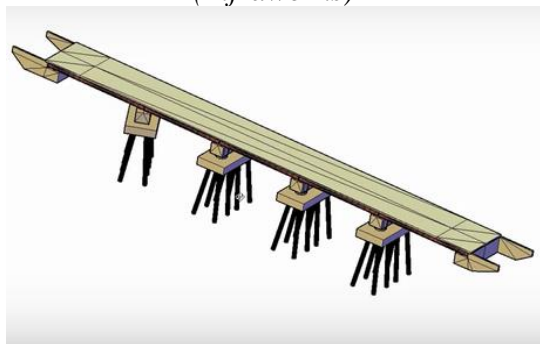
На рисунке 2 представлены некоторые результаты применения программного обеспечения, ориентированного на применение BIM-технологий, в контексте жизненного цикла рассматриваемого строительного объекта.



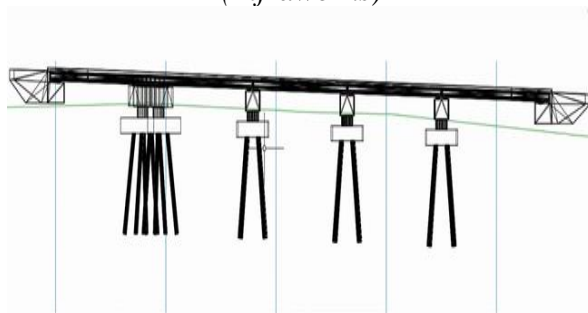
а) исходная модель местности
(Infraworks)



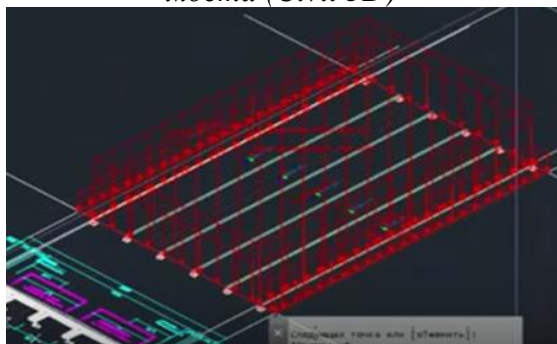
б) эскиз (концепция) моста
(Infraworks)



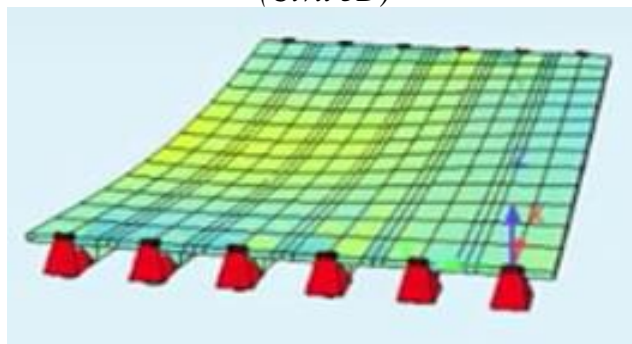
в) трехмерная (твердотельная) модель моста (Civil 3D)



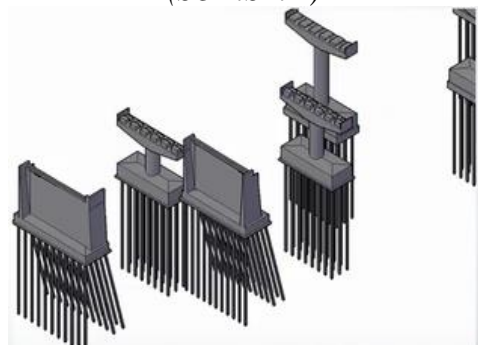
г) проекция модели моста
(Civil 3D)



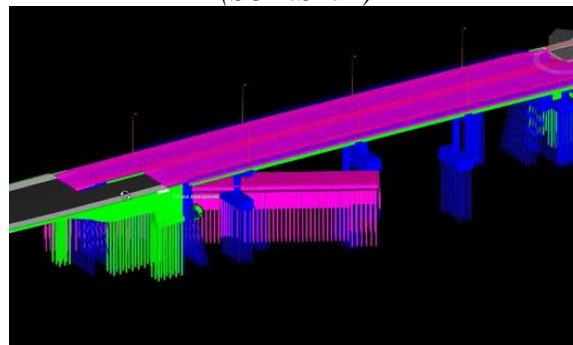
д) формирование расчётной конечноэлементной модели (SOFiSTiK)



е) напряженно-деформированное состояние моста (SOFiSTiK)



ж) конструирование элементов моста (Revit, Inventor)



з) экспертиза проектных решений (Navisworks)

Рисунок 2. Характеристика BIM-технологий для сопровождения основных этапов жизненного цикла моста [10, 11]

Препятствия для BIM технологий в сфере транспортного строительства

К настоящему времени особенности применения BIM-технологии не только показали свою состоятельность (на теоретическом уровне и на практических примерах), но стали предметом обсуждения (на высоком уровне), именно в качестве инновационного метода для эволюционного развития строительной отрасли [6].

Вместе с тем, адаптация и широкое внедрение BIM-технологии для формирования продукции *транспортного строительства* сдерживается рядом объективных и субъективных факторов.

К числу объективных факторов можно отнести:

- отсутствие современных программных отечественных продуктов, не позволяющих интегрировать информационные модели с системами спутникового позиционирования;
- несоответствие нормативной базы для внедрения BIM-технологий в практике изысканий, проектирования и строительства транспортных сооружений, а также в системе организации их строительства;
- заметно меньшее число участников и объема рынка продукции транспортного строительства, по сравнению с аналогичными показателями, например, для рынка промышленного или гражданского строительства;
- инерция в эффективном освоении средств и возможностей организационного, аппаратного и программного обеспечения различными категориями участников процесса формирования и эксплуатации возведенных объектов;
- определенная «неготовность» государственных регуляторных органов к законодательному (процедурному) сопровождению BIM-технологии для разработки строительной продукции.

К числу субъективных факторов можно отнести определенный разрыв в квалификации и качестве информационного взаимодействия между группами специалистов BIM-технологии, которые инициировали процесс внедрения и постоянно совершенствуют практические навыки и участниками процесса, которые только приступают (возможно, при недостаточном уровне собственной мотивации) к практическому освоению новой технологии «зарубежного» происхождения.

Наиболее очевидным риском, который формируется под влиянием рассмотренных факторов, можно считать такое развитие ситуации, когда применение BIM-технологии станет очевидным, доступным и приемлемым средством для всех участников рабочего процесса, но все освоенные инструменты (программные комплексы) к этому моменту уже приобретут признаки морального устаревания.

Заметным достижением (и предполагаемым стимулом для расширения числа специалистов, использующих BIM-технологии для своей практической деятельности) можно признать формирование информационной базы типовых (или наиболее распространенных) BIM-элементов. Содержание и модификация информационной базы данных предполагается в формате доступной файловой системы, которая сопровождается соответствующими нормативными и методическими указаниями и рекомендациями.

Заключение

Сфера транспортного строительства (в формате линейного-протяженных строительных объектов и/или специальных технологических сооружений, например, мостов, тоннелей, эстакад) не обеспечено полным (для всех этапов жизненного цикла рассматриваемых строительных объектов) сопровождением, которое можно было бы характеризовать, как современный вариант BIM-технологии.

К настоящему моменту времени «усилия» специалистов, привлекаемых к процессу формирования и обслуживания продукции транспортного строительства, сводятся к адаптации разработанных универсальных программных комплексов для решения прикладных, специализированных задач транспортного строительства (главным образом, на этапе их проектирования, см. таблицу 1).

ЛИТЕРАТУРА

1. Vanessa Quirk. A Brief History of BIM // Интернет-журнал «ArchDaily», 2012 [Электронный ресурс] - USA: ArchDaily, 2017. - Режим доступа: <http://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
2. Juan Rodriguez. Introduction to Building Information Modeling (BIM) // Интернет-журнал «The balance», 2016 [Электронный ресурс]-USA: The balance, 2016. - Режим доступа: <https://www.thebalance.com/introduction-to-building-information-modeling-bim-845046>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.
3. Karen Kensek, Douglas Noble. Building Information Modeling: BIM in Current and Future Practice. - USA: Wiley. 2014. - 432 p.
4. BIM на практике 2017 // Интернет-журнал компании «PSS», 2017 [Электронный ресурс]-СПб: PSS, 2017. - Режим доступа: <http://www.pss.spb.ru/bim2017/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.
5. Jacobi J. 4D BIM or Simulation-Based Modeling // Structure Magazine, April 2011. P. 17-18.
6. 3D-проектирование будет использоваться в области промышленного и гражданского строительства. [Электронный ресурс] - М: Минстрой России, 2014. - Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/press/3d-proektirovanie-budet-ispolzovatsya-v-oblasti-promyshlennogo-i-grazhdanskogo-stroitelstva/>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.
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., 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. Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors, 2nd Edition. - USA: Wiley. 2011. - 648 p.
10. Использование Infaworks, Civil 3D, Inventor при проектировании моста с подъездными дорогами. [Электронный ресурс] - М: PSS. 2015. - Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=QBpdmJ34HVM>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. рус.
11. Infrastructure Design Suite. [Электронный ресурс] - USA: Autodesk, 2017. - Режим доступа: <https://www.autodesk.com/suites/infrastructure-design-suite/overview>, свободный. - Загл. с экрана. - Яз. англ.

Antonyuk Anatoly Anatolievich

Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Russia, Saints-Petersburg
E-mail: AAA.12.03.1992@mail.ru

Chizhov Sergey Vladimirovich

Emperor Alexander I St. Petersburg state transport university, Russia, Saints-Petersburg
E-mail: sergchizh@yandex.ru

Principles of information modeling for transport structures

Abstract. In the article the questions connected with the analysis of features of application of BIM-technologies, as a modern format of information modeling and the automated means of designing of the building objects, characteristic for the sphere of transport construction are considered.

By now, the use of BIM-technologies is realized mainly in industrial and civil construction. The organization of the life cycle of transport construction projects has similar characteristics and allows a theoretical opportunity for the introduction and maintenance of BIM-technologies in relation to transport facilities, such as bridges and tunnels.

Information (virtual) modeling is a modern and rational way of forming properties and characteristics for erected building objects. At the design stage indicators of reliability, safety and efficiency of operation of building objects are established. Obviously, with this approach, the choice of an adequate life cycle management algorithm becomes a distinctive feature of the construction industry sector, for example, transport construction.

The quality of information flows for the formation and modification of knowledge of key participants (experts) about the operational and actual state of the construction site in combination with a convenient and practical way of data exchange is a key factor in the effectiveness of the construction project.

Keywords: BIM; life cycle of building object; information modeling; transport construction; visual representation; control of project and building parameters; software; objective and subjective factors of influence