УДК 338.45; 004.01

© Б. О. Кузнецов, соискатель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет,
Санкт-Петербург, Россия)
E-mail: kuznetsov.b@gosinfotech.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2020-17-2-230-238

© Б. О. Kuznetsov, competitor
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering, St. Petersburg, Russia)
E-mail: kuznetsov.b@gosinfotech.ru

РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОГО ИНЖИНИРИНГА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЕ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

DEVELOPMENT OF COMPLEX ENGINEERING IN CONSTRUCTION ON THE TECHNOLOGY PLATFORM OF INFORMATION MODELING

Определены тенденции и проблемы развития комплексного инжиниринга в строительстве. Показана роль технологической платформы информационного моделирования. Сделан вывод о том, что информационное моделирование должно развиваться в направлении совместного использования технологий BIM и GIS. Предложено определение комплексной информационной модели (КИМ) объекта, указан ее состав, а также порядок формирования и последующей интеграции в информационно-аналитические системы (ИАС) более высоких уровней: ИАС управления строительством и ИАС управления недвижимостью. Рассмотрено распределение и закрепление прав владения и пользования комплексными информационными моделями объектов, которые определяются выбранными схемами реализации инвестиционно-строительного процесса. Приведены примеры внедрения представленных авторских разработок.

Ключевые слова: комплексный инжиниринг, информационное моделирование, комплексная информационная модель, строительство, BIM, GIS.

The article identifies the trends and problems in the development of complex information modeling in construction industry. The role of the information modeling technology platform is shown. The author makes a conclusion that information modeling should be developed in the direction of joint use of BIM and GIS technologies. There is offered a definition of a complex information model (CIM) of an object, its composition is determined, as well as the procedure for forming and subsequent integrating into information and analytical systems (IAS) of higher levels, namely, IAS of construction management and IAS of real estate management. The author considers distribution and consolidation of rights of ownership and use of complex information models of objects, which are determined by the selected schemes of implementation of the investment and construction process. Examples of implementing the presented author's developments are given.

Keywords: complex engineering, information modeling, complex information model, construction, BIM, GIS.

Введение

Комплексный инжиниринг в строительстве призван обеспечить проектирование, сооружение и эффективную эксплуатацию высокотехнологичных инфраструктурных, промышленных, жилых и социальных объектов, способных удовлетворять растущие потребности общества в XXI веке. Главная особенность комплексного инжиниринга по сравнению с классическим генеральным подрядом состоит в том, что инжиниринговая компания берет на себя полную ответственность за достижение целей

инвестиционно-строительного проекта, а именно удовлетворение интереса инвестора и (или) решение социальных задач, и должна таким образом обеспечить достижение необходимых эффектов от проекта с установленным уровнем эффективности¹.

Комплексный инжиниринг носит инновационный характер, что отмечается как отечественными (В. И. Малахов [5], А. А. Алексеев, А. Н. Асаул и др. [1]), так и зарубежными (Дж. Хьюз [12],

¹ ГОСТ Р 58179–2018 Инжиниринг в строительстве. Термины и определения. Издание официальное. М.: Стандартинформ, 2018.

Дж. Мастерман [13]) учеными. Инновационный характер этого вида деятельности представляется нам важнейшим его отличительным признаком и главным фактором эффективности, так как без инноваций инжиниринг был бы экономически нерентабелен и дешевле было бы построить объект с помощью «классической» модели генерального подряда.

Анализ крупных инжиниринговых проектов последних лет (спортивные объекты, построенные к чемпионату мира по футболу, Крымский мост и т. д.) показывает важность использования технологий информационного моделирования. Именно создание комплексных информационных моделей, отражающих характеристики объектов, учитывающих факторы влияния на всех этапах жизненного цикла, лежит в основе эффективной совместной деятельности большого количества участников инвестиционно-строительного процесса и обеспечивает выполнение требований заказчиков и достижение целей инвесторов. По оценке Минстроя РФ, переход на цифровое строительство должен повысить эффективность инвестиционно-строительных проектов за счет снижения затрат и времени на строительство объектов на 20 % и сокращения временного интервала от выдачи разрешения на строительство до сдачи объекта на 30 %². В связи с вышеуказанным информационное моделирование следует рассматривать как технологическую платформу комплексного инжиниринга в строительстве. Анализ тенденций, проблем и решений в этой сфере представляется весьма актуальным.

Обзор литературы

Проведенный анализ литературы позволил выявить ряд тенденций и проблем использования технологий информационного моделирования в качестве технологической платформы комплексного инжиниринга в строительстве.

Чурбанов А. Е. и Шамара Ю. А. [10] отмечают, что распространение технологий информационного моделирования на весь этап создания объекта от концепции до передачи заказчику, а в перспективе на полный жизненный цикл объектов строительства и недвижимости неизбежно повлечет за собой модернизацию системы

² Единая цифровая платформа для строительных информационных систем появится к 2024 году. URL: <https://tass.ru/ekonomika/5573464> (дата обращения: 16.05.2019).

взаимоотношений участников инвестиционно-строительного процесса в направлении его централизации вокруг инжиниринговых компаний, осуществляющих управление проектами и являющихся владельцами и профессиональными операторами информационных моделей создающихся зданий и сооружений.

В серии статей, опубликованных в 2017–2019 гг. под редакцией Р. МкПартленда (R. McPartland) [14] на британском строительном информационном интернет-ресурсе NBS, рассматривается процесс развития и трансформации первоначальной BIM-модели здания в ходе жизненного цикла объекта. При переходе из проектной стадии в строительную формируется информационная модель проекта (ИМП), полностью поглощающая BIM-модель и интегрирующая информационные модели других участников проекта. С переходом в стадию эксплуатации формируется информационная модель объекта недвижимости (ИМОН), которая интегрируется с информационными моделями развития территорий. В данных публикациях подчеркивается необходимость обеспечения преемственности управления информационными моделями на всех этапах жизненного цикла объекта и решения потенциальных проблем, связанных с правами владения и пользования.

Вопросы объединения информационных моделей объектов и их включения в информационно-аналитические системы более высоких уровней: городов и поселений, производственных комплексов, объектов транспортной инфраструктуры, рассматриваются в работах [2, 3, 8, 9, 10], при этом авторы подчеркивают, что развитие в данном направлении будет являться триггером для формирования новых бизнес моделей в сферах строительства и городского хозяйства, в том числе в рамках концепций государственно-частного партнерства и «умного города»³.

В исследовании Университета прикладных технологий Хельсинки (Helsinki Metropolia University of Applied Sciences) указывается на необходимость формирования позиции BIM-координатора проекта, который может быть как специалистом-физическим лицом, так и спе-

³ Базовые и дополнительные требования к умным городам (стандарт «Умный город»). URL: <http://docs.cntd.ru/document/553829628> (дата обращения: 16.05.2019).

специализированной компанией-консультантом (в крупных инжиниринговых проектах). В его задачи будет входить формирование системы обмена информацией, контроль за реализацией прав участниками проекта, участие в разрешении крупных коллизий и в урегулировании юридических разногласий [11].

Вопросам адаптации существующих процессов, процедур и документации управления инвестиционно-строительным процессом к широкому внедрению технологий информационного моделирования посвящена публикация Р. Шеннана (R. Shennan) — специалиста британской консультационной компании Мотт Макдональд (Mott MacDonald), специализирующейся на управлении проектами строительства по всему миру. В статье, в частности, указывается на проблемы с доступом к BIM-моделям участников государственных торгов на строительство объектов. В результате потенциальные подрядчики не имеют достаточных данных для выбора оптимальных технологий и определения потребных ресурсов, что не позволяет им рассчитать реалистичную цену предложения [15].

Отмечается отставание договорной теории и практики. Так, анализ, проведенный в Великобритании, результаты которого представлены в статье Стефана Мордью (Stefan Mordue) [16], показывает, что далеко не все типовые формы подрядных договоров, разработанные для использования в Великобритании и в международном строительстве, включают разделы, регулирующие права владения информационными моделями и собственности на них, порядок взаимодействия участников проектов, перечень и распределение рисков, связанных с информационным моделированием, а также меры воздействия в случаях нарушений установленных положений и правил.

В России вопросы развития информационного моделирования в строительстве рассматриваются на самом высоком уровне руководства страной. Так, в июле 2018 года Президент РФ дал поручение Правительству (ПР-1235 от 19.07.2018 года) ускорить внедрение технологий информационного моделирования в инвестиционно-строительный процесс. В поручении, в частности, указывается на необходимость использования технологий информационного моде-

лирования в течение всего жизненного цикла объектов от проектирования до утилизации. Во исполнение госпрограммы Минстроем России разработана «дорожная карта» по внедрению технологии информационного моделирования, предусматривающая в 2020 году обеспечить переход к обязательному использованию данной технологии при проектировании, строительстве и эксплуатации капитальных объектов [6, 7, 10]. В рамках реализации дорожной карты к началу 2019 года были разработаны и приняты семь государственных стандартов и семь сводов правил, касающихся информационного моделирования в строительстве. Понятие информационного моделирования официально закреплено в Градостроительном кодексе.

Тем не менее, технологическое строительство в Российской Федерации находится лишь в самом начале пути. Несмотря на формирование институциональной и нормативной основ использования технологий информационного моделирования, российские исследователи отмечают, что практическое использование указанных технологий по-прежнему ограничено преимущественно предпроектными разработками и проектированием (до 80 %) [3].

Результаты исследования

Автором выделены два подхода к решению задачи полноценного вывода информационного моделирования за пределы стадии проектирования и перспективного распространения использования указанных технологий на полный жизненный цикл объектов.

Первый подход предусматривает трансформацию начальной информационной модели здания, созданной на этапе проектирования, в модели более высоких уровней: информационную модель проекта на этапе строительства и передачи объекта заказчику и информационную модель объекта недвижимости на этапах эксплуатации и утилизации объекта. При этом первоначальная модель практически «растворяется» в моделях высших уровней и перестает существовать как самостоятельный объект.

В соответствии со вторым подходом информационная модель здания, созданная на этапе проектирования, сохраняется на протяжении всего жизненного цикла, «обрастая» дополнительными модулями и внешними связями, по-

звolyающими адаптировать ее к решению задач каждого этапа.

Проведенное исследование и основанные на нем разработки, в которых автор принимал непосредственное участие, показывают, что оптимальным решением является трансформация на этапе строительства первоначальной BIM-модели объекта (информационной модели здания, создаваемой на этапе проектирования объекта) в комплексную информационную модель (КИМ), которая выходит за технико-технологические рамки и по мере развития приобретает многовекторный характер, включая дополнительные элементы, относящиеся к финансированию, управлению, ресурсному обеспечению и эксплуатации, а также обеспечивает необходимые внешние связи.

В современном строительстве конкурируют две концепции информационного моделирования в строительстве:

1) основанная на BIM моделировании (BIM-модель представляет собой ресурс постоянно обновляемой технико-технологической информации об объекте, открытый для совместного использования участниками инвестиционно-строительного проекта);

2) основанная на GIS моделировании (GIS или ГИС — это географическая информационная система, предназначенная для сбора, хранения, обработки и анализа пространственных данных с их географической привязкой к системе координат).

Подробный сравнительный анализ этих концепций содержится в исследовании А. А. Алексеева, А. Н. Асаула, А. С. Иванова, Н. Н. Загускина [1]. Данные исследователи, в частности, отмечают, что первая концепция превалирует в зарубежном и международном строительстве. В фокусе концепции BIM-моделирования находится объект строительства — здание или сооружение. Участок земли, на котором возводится здание, является хоть и важным, но вторичным элементом. Ряд специалистов не без основания утверждают, что концепция BIM в чистом виде исключает важнейших участников инвестиционно-строительного процесса: инвесторов, инжиниринговые компании и операторов по эксплуатации [1, 4].

Геоинформационная концепция, в отличие от BIM-концепции, концентрируется, прежде всего, на земельном участке, выделяемом под строительство объекта, на котором, как отмечают специалисты, сконцентрированы интересы всех участников инвестиционно-строительного процесса [1, 4]. В основе GIS-модели лежат перенесенные на географическую карту информационные слои, несущие разнообразную информацию (от информации об инженерных сетях, особенностях грунтов, ранее утилизированных сооружениях, до социальной и демографической информации), помогающую инвестору принять оптимальное инвестиционное решение, проектировщику осуществить точную привязку объекта к местности, а заказчику и оператору по эксплуатации обеспечить функционирование объекта в рамках систем более высоких уровней: района или города. Как и BIM-модель, GIS-модель имеет высокий уровень визуализации, что облегчает работу с ней участников проекта, не являющихся специалистами в проектировании и строительстве. В управлении на более высоких уровнях (муниципалитет, город) GIS-технологии являются ценным информационным ресурсом для эффективного территориального планирования, зонирования и градостроительства в целом.

Мы считаем, что в качестве технологической основы для комплексной инжиниринговой деятельности информационное моделирование должно развиваться в направлении совместного использования технологий BIM и GIS. Географические данные совместно с пространственным представлением элементов здания с использованием технологии BIM позволяют решить задачи не только архитектурного и конструкторского проектирования, но и другие важные задачи реализации проекта: строительной экспертизы проектов; организации, планирования и управления строительством; эксплуатации построенного объекта; его модернизации и утилизации. Сторонники совместного использования технологий BIM и GIS приводят следующие статистические данные: в жизненном цикле объекта, от идеи проекта до исчерпания ресурсов объекта недвижимости, на проектирование и строительство приходится только 25 % затрат, из них на разработку концепции и оформление разреше-

тельной документации 2 %, на проектирование и строительство 23 %. Остальные 75 % затрат связаны с эксплуатацией объекта [4–7].

Информационные модели на основе BIM-и GIS-технологий, созданные на этапе проектирования объектов, наращиваемые по мере развития инвестиционно-строительного процесса дополнительными модулями и интегрированные в информационно-аналитические и управленческие системы более высоких уровней, мы называем комплексными информационными системами (КИС), предназначенными для использования в течение полного цикла существования объектов недвижимости.

Рассмотрим вопросы, связанные с правами владения и пользования информационными моделями объектов при выполнении разных типов проектов комплексного инжиниринга. Комплексный инвестиционно-строительный инжиниринг лежит в основе таких схем реализации инвестиционно-строительного процесса, как:

- 1) подряд на проектирование и строительство;
- 2) схема «инжиниринг–проектирование–строительство–управление» (ИПСУ или ЕРСМ), используемая для создания высокотехнологичных промышленных объектов и, как правило, включающая передачу технологии заказчику;
- 3) схема организации строительства на условиях «под ключ», используемая для создания коммерческих объектов и высокотехнологичных объектов общественного назначения;
- 4) партнерство между государством и частным бизнесом в форме концессии или «государственно-частного партнерства, муниципально-частного партнерства» (ГЧП-МЧП).

В первых трех случаях комплексный подрядчик, представляющий собой инжиниринговую компанию, будет интегратором информационных моделей всех участников проекта, которые по мере завершения этапов работ передаются субподрядчиками ему во владение и пользование и на основе которых он формирует комплексную информационную модель проекта. Эта комплексная информационная модель передается заказчику вместе с завершенным строительством объектами.

В случае реализации партнерства возможны два варианта.

1. В концессии комплексная информационная модель объекта находится во владении государственного партнера (концедента), при этом оператором модели по договору является частный партнер (концессионер).

2. В проектах ГЧП-МЧП комплексная информационная модель находится во владении частного партнера на протяжении полного жизненного цикла объекта. Он же является оператором модели.

Мы полагаем, что к комплексному инжинирингу следует также относить схемы реализации полного цикла инвестиционно-строительного процесса и управления недвижимостью крупными инвестиционно-строительными холдингами. В этом случае комплексная информационная модель объекта формируется и остается во владении холдинга, и он осуществляет управление ею в течение жизненного цикла объекта.

В дополнение к представленной классификации мы считаем необходимым выделить отдельный класс инжиниринговых проектов, в котором комплексный инжиниринг осуществляется заказчиком, а не подрядчиком. Проекты такого типа реализуются в рамках организации инвестиционно-строительного процесса при строительстве для государственных нужд и обеспечиваются институтом государственного технического заказчика. Государственных технических заказчиков (ГТЗ), в том числе единых технических заказчиков (ЕТЗ), мы относим к особой категории инжиниринговых организаций, функционирующих на стороне государственного инвестора и занимающихся мультипроектным управлением государственным строительством в гражданской сфере.

В проектах строительства для государственных нужд, реализуемых с привлечением государственного технического заказчика, владельцем комплексной информационной модели объекта будет государственный заказчик, а ГТЗ выполняет функции оператора модели. При наличии же ЕТЗ, ответственного за реализацию нескольких проектов, он будет являться и оставаться и владельцем и оператором информационных моделей всех объектов, возведенных и эксплуатируемых под его управлением (контролем) на протяжении их полного жизненного цикла.

Рассмотрим состав комплексной информационной модели на этапе создания объекта комплексного инжиниринга. В проектах комплексного инжиниринга, выполняемых по схемам «подряд на проектирование и строительство», «инжиниринг-прокьюримент-строительство-управление» и «под ключ», целесообразно использовать комплексную информационную модель, включающую два элемента: проектную 3D-модель и строительную 4D-модель, связанные с внешними информационными системами, обеспечивающими предоставление геоинформационных и иных данных.

Проектная модель в этом случае включает:

- архитектурную модель (объемно-планировочные решения);
- технологическую модель (инженерная инфраструктура).

Строительная модель формируется на основе проектной модели путем добавления следующих модулей, которые можно рассматривать как самостоятельные в ее составе модели:

- ресурсно-технологическая;
- организационная;
- логистическая;
- управленческая;
- финансовая.

Порядок формирования комплексной модели объекта на этапе создания объекта представлен на рисунке

В ходе реализации проектов комплексного инжиниринга жизненного цикла указанная модель интегрируется в информационно-аналитические системы более высоких уровней.

1. Информационно-аналитическая система управления строительством (ИАС УС), представляющая собой единое информационное пространство для нескольких или многих объектов, находящихся на разных стадиях строительства, разнесенных географически и (или) функционально.

2. Информационно-аналитическая система управления недвижимостью (ИАС УН), представляющая собой единую информационную среду,

Порядок формирования комплексной модели на этапе создания объекта

обеспечивающую эффективное управление эксплуатацией объекта, а также его модернизацией в ходе жизненного цикла.

Последняя обеспечивает использование технологий BIM и GIS для повышения эффективности и безопасности эксплуатации построенных объектов. Так, по оценке разработчика (ИГИТ) внедрение ИАС УН позволяет уменьшить стоимость эксплуатации объектов недвижимости на двадцать и более процентов, а также избежать большинства видов аварийных ситуаций и иных форс-мажорных обстоятельств. Система способна выполнять функцию электронного архива, структурированного и связанного с физическими активами; обеспечивать управление инженерным хозяйством, функциональным зонированием, составом и содержанием помещений; предупреждение аварийных ситуаций путем моделирования сценариев их возникновения, анализа действий персонала и аварийно-спасательных служб, а также обеспечения обучения персонала; информационную поддержку планирования, проектирования и реализации текущих и капитальных ремонтов, а также модернизации объекта.

Внедрение результатов

Представленные технологии комплексного информационного моделирования успешно опробованы автором при реализации проектов строительства и эксплуатации ряда высокотехнологичных общественных и промышленных объектов:

МФК «Лахта Центр». Содержание выполненных работ: подготовка обосновывающих материалов для процедуры согласования высотности здания МФК «Лахта Центр». В рамках проекта выполнено трехмерное моделирование существующей окружающей застройки на базе геодезических измерений. Результат: успешное прохождение процедур согласования размещения и высотности объекта.

Корпоративные системы информационного моделирования на отечественной платформе для предприятий энергетики, теплоснабжения, в том числе:

ОАО «Э.ОН-Россия»: Березовская ГРЭС — проект строительства 3-го энергоблока на базе ПСУ-800.

Цель и решенные задачи — усовершенствование системы управления и контроля строительства за счет внедрения технологии имитационного моделирования, современных систем управления документацией и информацией по объектам строительства и применения географического подхода.

Корпоративная геоинформационная система (КГИС) энергетической компании ПАО «Ленэнерго».

Цели и решенные задачи:

- повышение надежности снабжения потребителей электрической энергией путем повышения эффективности эксплуатации и усовершенствования системы управления предприятием;
- повышение ключевых показателей эффективности работы предприятия;
- консолидация пространственного описания электросетевых активов;
- сокращение избыточности и повышение степени актуальности информации по объектам электросетевого хозяйства, снижение затрат на актуализацию информации.

Корпоративная информационная система генерирующей организации ПАО «ОГК-2». Включает три модуля:

А. Модуль (УН) — «Управление недвижимостью» (КГИС ГК. ПЗ-1). Назначение: информационное сопровождение процессов, связанных с учетом объектов недвижимости, включая арендные отношения.

Б. Модуль (ТОиР) — «Техническое обслуживание и ремонт» (КГИС ГК. ПЗ-2). Назначение: информационное сопровождение процессов, связанных с планированием ремонтов и контролем состояния оборудования.

В. Модуль (НС) — «Новое строительство» (ГК. ПЗ-3). Назначение: информационное сопровождение бизнес-процессов и контроля хода строительством.

Выводы

В проектах комплексного инжиниринга первоначальная информационная модель объекта, созданная на этапе проектирования, должна быть трансформирована в КИМ, которая выходит за технико-технологические рамки и по мере развития приобретает многовекторный характер, включая в себя дополнительные элементы, относящиеся к финансированию, управлению, ресурсному обеспечению и эксплуатации,

а также обеспечивает необходимые внешние связи. В качестве технологической основы для комплексной инжиниринговой деятельности информационное моделирование должно развиваться в направлении совместного использования технологий BIM и GIS.

Распределение и закрепление прав владения и пользования комплексными информационными моделями объектов определяется выбранными схемами реализации инвестиционно-строительного процесса: в проектах комплексного инжинирингового подряда владельцем и оператором КИМ является инжиниринговая компания-подрядчик, в концессионных проектах полного жизненного цикла права владения и пользования КИМ находятся у государственного партнера (концедента), в проектах, реализуемых едиными государственными заказчиками, права владения и пользования КИМ должны быть закреплены за ними на всю длительность жизненных циклов подконтрольных им объектов.

В проектах инжинирингового подряда предлагается использовать КИМ, включающую исходную проектную 3D-модель и пять информационных моделей, относящихся к важнейшим аспектам строительства, обеспечения и управления, а именно: ресурсно-технологическую, организационную, логистическую, управленческую и финансовую. В проектах комплексного инжиниринга жизненного цикла созданная КИМ интегрируется в информационно-аналитические системы более высоких уровней: 1) ИАС УС и 2) ИАС УН.

Библиографический список

1. Алексеев А. А., Асаул А. Н., Иванов А. С., Загускин Н. Н. Девелопмент: эволюция функции и интеграция в региональный инвестиционно-строительный комплекс. СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2013. 104 с.
2. Добрынин А. П., Черных К. Ю., Куприяновский В. П., Куприяновский П. В., Синягов С. А. Цифровая экономика — различные пути к эффективному применению технологий (BIM, PLM, CAD, IOT, Smart City, BIG DATA) International Journal of Open Information Technologies ISSN: 2307–8162. Vol. 4, no. 1, 2016. С. 4–10.
3. Гинзбург А. В. BIM-технологии на протяжении жизненного цикла строительного объекта // Информационные ресурсы России. 2016. № 5(153). С. 28–31.

4. Куприяновский В. П. и др. Компонентный BIM/GIS-подход к информационному моделированию сооружений / ArcReview. 2015. № 2 (73).

5. Малахов В. И. Экономика инжиниринга: стоимость управления проектом — откуда брать средства? // Ваш партнер-консультант. 2016. № 26 (9642).

6. Мантуров Д. Остаться в стороне от глобальных процессов нельзя — важно занять место в их авангарде. URL: <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!1340313121> (дата обращения: 2.06.2019).

7. Президент РААСН Александр Кузьмин: строительной отрасли переход на BIM не нужен. URL: <http://www.ancb.ru/publication/read/8093> (дата обращения: 16.05.2019).

8. Талапов В. В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.

9. Трофимова Л. А., Трофимов В. В. Информационное моделирование и инжиниринговые схемы организации управления как основа инновационного развития строительной отрасли // Вестник Омского ун-та. Сер. «Экономика». 2016. № 3. С. 77–82.

10. Чурбанов А. Е., Шамара Ю. А. Влияние технологии информационного моделирования на развитие инвестиционно-строительного процесса // Вестник МГСУ. Т. 13. Вып. 7. 2018. С. 824–835.

11. Hassinen M. H. Utilizing Building Information Modelling in Construction Procurement. Posted on the internet at: <https://core.ac.uk/download/pdf/84794925.pdf>

12. Huse Joseph A. Understanding and Negotiating Turnkey and EPC Contracts. Second edition. London, 2002. 990 p.

13. Masterman J. W. An Introduction to Building Procurement Systems. E&FN SPON, London 2002. 239 p.

14. Richard McPartland. BIM Knowledge Series. Posted on the internet at: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-asset-information-model-aim>; <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-project-information-model-pim>; <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-digital-built-britain>

15. Richard Shennan (Mott MacDonald). BIM demands a new approach to procurement. Posted on the internet at: <http://www.bimplus.co.uk/people/bim-dema9nds-ne6w-app5roach-procurement/>

16. Stefan Mordue. Integrating BIM into contracts. Posted on the internet at: <https://app.croneri.co.uk/feature-articles/integrating-bim-contracts>

References

1. Alekseev A. A., Asaul A. N., Ivanov A. S., Zaguskin N. N. *Development: evolyutsiya funktsii i integratsiya v regional'nyy investitsionno-stroitel'nyy kompleks* [Development: evolution of function and

integration into the regional investment and construction complex]. St. Petersburg, SPbGEU Publ., 2013, 104 p.

2. Dobrynin A. P., et al. *Tsifrovaya ekonomika — razlichnye puti k effektivnomu primeneniyu tekhnologiy (BIM, PLM, CAD, IOT, SmartCity, BIG DATA)* [Digital economy: various ways to effectively apply technologies (BIM, PLM, CAD, IOT, SmartCity, BIG DATA)]. *International Journal of Open Information Technologies*, 2016, vol. 4, no. 1. ISSN: 2307–8162.

3. Ginzburg A. V. *BIM-tekhnologii na protyazhenii zhiznennogo tsikla stroitel'nogo ob'ekta* [BIM-technologies used throughout the life cycle of a construction object]. *Informatsionnye resursy Rossii — Information resources of Russia*, 2016, no. 5(153), pp. 28–31.

4. Kupriyanovskiy V. P., et al. *Komponentniy BIM/GIS-podkhod k informatsionnomu modelirovaniyu sooruzheniy* [Component BIM/GIS approach to information modeling of structures]. *ArcReview*, 2015, no. 2 (73).

5. Malakhov V. I. *Ekonomika inzhiniringa: stoimost' upravleniya proektom — otkuda brat' sredstva?* [Economics of engineering: the cost of project management — where to get funds from?]. *Vash partner-konsultant — Your partner-consultant*, 2016, no. 26 (9642).

6. Manturov D. *Ostat'sya v storone ot global'nykh protsessov nel'zya — vazhno zanyat' mesto v ikh avangarde* [It is impossible to stay away from global processes — it is important to take a place in the vanguard]. Available at: <http://minpromtorg.gov.ru/press-centre/news/#!/1340313121> (accessed: 2.06.2019).

7. Prezident RAASN Aleksandr Kuz'min: *stroitel'noy otrasli perekhod na BIM ne nuzhen* [RAASN President Alexander Kuzmin: construction industry does not need to switch to BIM technologies]. Available at: <http://www.ancb.ru/publication/read/8093> (accessed: 16.05.2019).

8. Talapov V. V. *Tekhnologiya BIM: sut' i osobennosti vnedreniya informatsionnogo modelirovaniya zdaniy* [BIM technologies: the nature and features of implementing

building information modeling]. Moscow, DMK Press Publ., 2015, 410 p.

9. Trofimova L. A., Trofimov V. V. *Informatsionnoe modelirovanie i inzhiniringovye skhemy organizatsii upravleniya kak osnova innovatsionnogo razvitiya stroitel'noy otrasli* [Information modeling and engineering schemes of management organization as the basis for innovative development of the construction industry]. *Vestnik Omskogo un-ta. Ser. Ekonomika — Bulletin of the Omsk University. Ser. Economy*, 2016, no. 3, pp. 77–82.

10. Churbanov A. E., Shamara Yu. A. *Vliyanie tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya na razvitie investitsionno-stroitel'nogo protsessa* [Influence of information modeling technology on the development of investment and construction process]. *Vestnik MGSU — Bulletin of MGSU*, 2018, vol. 13, iss. 7, pp. 824–835.

11. Hassinen M. H. *Utilizing Building Information Modelling in Construction Procurement*. Available at: <https://core.ac.uk/download/pdf/84794925.pdf>

12. Huse Joseph A. *Understanding and Negotiating Turnkey and EPC Contracts*. 2-nd. ed. London, 2002.

13. Masterman J. W. *An Introduction to Building Procurement Systems*. London, E&FN SPON Publ., 2002, 239 p.

14. Richard McPartland. *BIM Knowledge Series*. Available at: <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-asset-information-model-aim>; <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-the-project-information-model-pim>; <https://www.thenbs.com/knowledge/what-is-digital-built-britain>

15. Richard Shennan (Mott MacDonald). *BIM demands a new approach to procurement*. Available at: <http://www.bimplus.co.uk/people/bim-dema9nds-ne6w-app5roach-procurement/>

16. Stefan Mordue. *Integrating BIM into contracts*. Available at: <https://app.croneri.co.uk/feature-articles/integrating-bim-contracts>