Научная статья

УДК 681.322:69.05:378

doi: 10.31079/1992-2868-2021-18-4-195-202

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Алексей Анатольевич Пиотрович¹, Вадим Николаевич Гопкало², Александр Валерьевич Соколов³

^{1,2,3} Дальневосточный государственный университет путей сообщения, Хабаровск, Россия

¹piotrovich@rambler.ru

²vng@yandex.ru

³sokolov_khv@inbox.ru

Аннотация. В статье рассмотрены пути выхода из сложной ситуации с подготовкой специалистов, способных работать в современном строительстве с применением технологий информационного моделирования. Приведены способы адаптации программ подготовки студентов строительных специальностей к новым потребностям строительного производства. Описаны разработка и внедрение непрерывной линейки учебных дисциплин, обеспечивающих освоение ТИМ-компетенций в течение периода обучения в вузе. В работе описано применение технологии сквозного проектирования на протяжении всего курса обучения, обеспечивающей междисциплинарность.

Ключевые слова: строительство, технологии информационного моделирования, подготовка специалистов, методология

Original article

METHODOLOGICAL ISSUES OF PROVIDING MODERN CONSTRUCTION WITH SPECIALISTS IN INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES

Aleksey A. Piotrovich¹, Vadim N. Gopkalo², Aleksandr V. Sokolov³

^{1,2,3} Far Eastern State Transport University, Khabarovsk, Russia

¹piotrovich@rambler.ru

²vng@yandex.ru

³sokolov_khv@inbox.ru

Abstract. The article describes the ways out of a difficult situation with the training of specialists capable of working in modern construction using building information modeling technologies. The ways of solving the problem of adaptation of training programs for students of construction specialties to the new needs of construction production are given. The development and implementation of disciplines continuous line that ensure the development of BIM competencies during the training period is described. The paper gives the application of end-to-end design technology throughout the entire course of study, providing interdisciplinarity.

Keywords: construction, building information modeling, education, methodology

Введение

Появление информационного моделирования зданий и сооружений (или Building Information Modeling – BIM в иностранной терминологии) в корне изменило способ взаимодействия между архитекторами, инженерами и другими специалистами в строительной области. Информационное моделирование зданий позволяет описать процесс создания цифровой информации о построенном объекте капитального строительства и управления этой информацией, что дает широкий диапазон применения данного термина. Цель BIM состоит в том, чтобы обеспечить создание соответствующей модели объекта капитального строительства (ОКС) в формате, пригодном для дальнейшей обработки комплексной информации об этом объекте, о проекте

по его замыслу, проектированию, строительстве и эксплуатации. Таким образом, полная информация о проекте, а именно материалы, технологии, их стоимость, а также дизайн, логистика, сопровождение объекта во время его возведения и после введения в эксплуатацию – доступна каждому участнику проекта для принятия более эффективных решений благодаря BIM и облачным технологиям.

Динамичный переход строительной отрасли РФ на применение технологий информационного моделирования (ТИМ – принятая в нормативных документах РФ аббревиатура, аналогичная BIM) поставил серьезные задачи перед образовательными организациями по подготовке специалистов в этой области. Проблема состоит в том, что специалисты, подготовленные по новым профессиональным

стандартам, придут на стройку минимум через 4 года, тогда как согласно Постановлению Правительства РФ [9] с 1 января 2022 г. новые строительные объекты, предполагающие участие государственного бюджета, должны вестись с применением ТИМ на протяжении всего жизненного цикла объекта капитального строительства. Таким образом, потребность в специалистах нового поколения, обладающих современными компетенциями, составляет десятки тысяч человек в год, и не через год, а сегодня.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является адаптация программ подготовки студентов строительных специальностей к новым потребностям с тем, чтобы выпускник, обучающийся по существующим программам бакалавриата и специалитета, обладал необходимыми компетенциями, позволяющими работать в новых условиях. Наиболее очевидный путь – актуализация существующих образовательных программ с учетом результатов исследования потребностей современной отрасли строительства и эксплуатации зданий и сооружений.

Результаты исследования были внедрены в учебные планы подготовки бакалавриата и магистратуры по направлению «Строительство» для студентов 2021 года набора, ряда других строительных специальностей и направлений, а также при разработке программы повышения квалификации «Применение технологий информационного моделирования при сооружении объектов капитального строительства» для системы дополнительного профессионального образования.

Обзор проблематики

Вызовы цифровой трансформации экономики в целом и строительной отрасли в частности сконцентрированы как в области непосредственно строительства, так и в области подготовки кадров, обладающих как цифровыми, так и строительными компетенциями.

План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства был утвержден Минстроем еще в 2014 г. [1]. В соответствии с этим планом начало подготовки специалистов в области ТИМ предполагалось в декабре 2017 г. Сам термин «технологии информационного моделирования» впервые законодательно был закреплен в 2019 г. подписанием Федерального закона № 151-ФЗ [2]. В нем были введены основные понятия технологий информационного моделирования. С 1 июля 2021 г. вступает в силу Свод правил «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» СП 333.1325800.2020 [1; 3], и это уже вторая версия документа (первая версия этого свода правил была разработана еще в 2017 г.).

Такая скорая переработка нормативной базы свидетельствует о динамичности и противоречиях развития ТИМ.

Отрасль оказалась не готова к столь стремительным переменам. Только в начале 2021 г. Минюстом России был зарегистрирован и опубликован профессиональный стандарт «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве» [4], в котором были закреплены компетенции современного специалиста в области технологий информационного моделирования строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Этот факт свидетельствует о противоречиях при внедрении ТИМ в России, несмотря на то, что к настоящему времени новые подходы уже достаточно давно зарекомендовали себя в мировой практике проектирования, строительства и эксплуатации объектов капитального строительства [5].

Для образовательной организации, ведущей подготовку студентов строительных специальностей, проблема заключается в том, что действующие основные образовательные программы этих специальностей и направлений по своему составу и осваиваемым компетенциям не охватывают круг вопросов ведения строительства с применением технологий информационного моделирования. Основное отличие применения ТИМ в строительстве от традиционного подхода состоит в том, что коренным образом меняется подход к управлению строительным проектом и взаимоотношений между участниками проектирования, строительства и эксплуатации объекта капитального строительства.

Ниже демонстрируются основные особенности ТИМ, которые будущий специалист сегодня должен освоить в процессе обучения. Застройщик при использовании информационной модели получает новый мощный и пока не освоенный до конца инструмент реализации проекта на протяжении всего жизненного цикла объекта капитального строительства – от технико-экономического обоснования до эксплуатации. Для эффективного использования такого инструмента работники организации-застройщика и технического заказчика должны обладать соответствующими компетенциями в области ТИМ.

Как предполагается, результатом проектно-изыскательской деятельности проектной организации станет *цифровой паспорт объекта* [6], который будет призван заменить привычную документацию, представленную на бумажном носителе (предварительно подготовленную средствами САПР) с рукописными подписями должностных лиц. Однако термин «цифровой паспорт» до настоящего времени не закреплен законодательно. Такой паспорт (своего рода цифровой двойник – ЦД) объекта капитального строительства позволит оперативно пройти процедуры согласования и экспертизы про-

екта, получить разрешение на строительство, эффективно отслеживать и контролировать процесс сооружения ОКС, а впоследствии может использоваться при эксплуатации здания, вплоть до его сноса либо реконструкции (рис. 1) [7]. Применение ЦД на каждом этапе жизненного цикла потребует от участников строительства обладания знаниями, умениями и навыками работы с ИМ, особым порядком взаимодействия с контрагентами по реализации инвестиционно-строительного проекта.

Рис. 1. Схема применения технологии информационного моделирования в различных этапах жизненного цикла ОКС согласно [7]

Еще один аспект проблемы состоит в том, что ТИМ предусматривает новую концепцию использования комплекса специализированного программного обеспечения (ПО) (рис. 2) [8]. Важной особенностью технологии является отличие от применения привычного САПР, где используется ограниченный набор программного обеспечения, часто не связанного между собой. Современная концепция предполагает создание информационной модели на этапе проектирования и далее на

этапе строительства. Дальнейшее использование ИМ происходит при эксплуатации здания. При этом ТИМ не ограничивается использованием одной отдельной программы для создания ИМ проектировщиком, а предполагают использование взаимосвязанного комплекса программных средств, способных решать такие задачи, как: планирование производимых при строительстве работ (календарные планы и графики работ); подготовка ведомостей на закупку и поставка материалов для строительной площадки; отслеживание и координация выполненных работ; соблюдение графика и расходование материальных и финансовых ресурсов; выполнение и оформление результатов контроля качества; формирование исполнительной документации и, наконец, передача ИМ, которая вобрала в себя всю информацию об ОКС за период его возведения, службе заказчика для последующей эксплуатации здания. Таким образом, получившаяся ИМ представляет собой цифрового двойника возведенного ОКС, или цифровой паспорт объекта. Впоследствии эксплуатант здания должен быть заинтересован в использовании полученной ИМ для оптимизации и модернизации инженерных сетей, текущего и капитального ремонта здания (подготовка нового инвестиционно-строительного проекта).

Как уже упоминалось выше, в соответствии с Постановлением Правительства РФ [9] с 1 января 2022 г. участники строительства должны обеспечивать формирование и ведение информационной модели ОКС, финансируемого за счет средств бюджетной системы РФ. Такой подход не может быть реализован в заданные сроки без наличия достаточного ресурса специалистов в области ТИМ. Учитывая период подготовки в вузах и ссузах строителей, соответствующих профессиональному стандарту [4], эта работа займет минимум 4 года, а такие специалисты требуются уже сегодня.

Рис. 2. Многообразие решаемых задач посредством ТИМ согласно [7]

Описанные выше вызовы цифровой трансформации строительной отрасли потребовали пересмотра учебных планов подготовки специалистов строительной отрасли, которые должны обладать, наравне с устоявшимися профессиональными знаниями и умениями, принципиально новыми компетенциями, требующими владения информационными технологиями для подготовки и использования информационной модели ОКС. ТИМ неразрывно связаны с профессиональной подготовкой будущих строителей, поэтому модернизация (актуализация) образовательных программ строительных специальностей должна идти по пути постепенного введения в учебный процесс идеологии применения информационных моделей.

На основе такого подхода предлагается введение в учебный план непрерывного информационного блока учебных дисциплин, в ходе которых обучающиеся по мере освоения элементов ТИМ смогут применять и, главное, закреплять эти знания в специальных дисциплинах. От семестра к семестру формируется умение моделировать и использовать элементы информационной модели здания или сооружения по мере освоения набора профессиональных компетенций.

Междисциплинарный подход к обучению

Недостатком существующего подхода к обучению (в контексте ТИМ) является, в известной мере, разрозненный характер изучаемого материала, так как студенты знакомятся с дисциплинами, определяющими профессиональную основу строительной специальности, но отсутствует действенная взаимосвязь изучаемых дисциплин с дисциплинами информационного блока. Для устранения такого недостатка предлагается осуществить сквозной процесс ТИМ-проектирования на протяжении всех четырех лет обучения бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (профиль: «Промышленное и гражданское строительство») на базе Дальневосточного государственного университета путей сообщения (ДВГУПС). Данная работа проводится в продолжение многолетних исследований, разработки и внедрения новых образовательных технологий и комплексного подхода к совершенствованию учебного процесса [10]. Междисциплинарная увязка призвана реализовать блок дисциплин информационной подготовки. Программа разработана в соответствии с положениями профессионального стандарта «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве» (утв. приказом Минтруда России от РФ от 16 ноября 2020 г. № 787н) [4].

Нововведённый профессиональный стандарт обозначил требования к появлению новых компетенций у специалистов строительной отрасли, которые предполагают цифровую трансформацию

отрасли. Эти компетенции были заложены в междисциплинарный подход как связующий элемент специальных дисциплин учебного процесса.

Также была разработана система актуализации существующих образовательных программ бакалавриата и магистратуры по направлению «Строительство», специалитета «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» и «Строительство уникальных зданий и сооружений». Основная идея – формирование непрерывной линейки учебных дисциплин, обеспечивающих освоение ТИМ-компетенций в течение всего периода обучения.

В рамках этой линейки дисциплин предполагается ведение комплексного сквозного проекта, включающего результаты освоения текущих дисциплин в каждом семестре. Так поэтапно, от семестра к семестру, формируется цифровой двойник учебного объекта капитального строительства с учётом всего жизненного цикла. К завершающему этапу обучения у студентов строительного направления накапливается полноценная информационная модель, которая ложится в основу выпускной квалификационной работы.

На протяжении предыдущих двух лет в учебном процессе студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» были использованы программные продукты ТИМ в рамках таких дисциплин, как «Информационные технологии», «Технологии информационного моделирования», «Основы цифровизации строительства». В указанных дисциплинах было опробовано восприятие и усвоение ряда следующих программных продуктов: Renga (Architecture, Structural, MEP), Autodesk Revit, MS Project, Navisworks и др.

При подготовке заданий на выполнение учебных студенческих работ было уделено особое внимание развитию понимания у студентов, что ТИМ в строительстве – это не просто трехмерное моделирование, а комплексная программа, позволяющая одновременно с проектированием решать задачи насыщения самой проектной документации информацией об объекте, необходимой для управления проектом.

Также в 2021 г. на выпускающей кафедре «Строительство» ДВГУПС было опробовано использование ТИМ в рамках выполнения дипломного проектирования. Студентам был предложен раздел, посвященный информационному моделированию элементов своего проекта. Такой подход позволил выпускникам выполнить ВКР на качественно новом уровне, однако потребовал от студентов высокого уровня самомотивации. Иными словами, освоение элементов ТИМ осуществлялось с применением проектного метода обучения. Учитывая, что для нынешних выпускников на сегодняшний день ТИМ пока недостаточно были внедрены в учебный план, выполнение выпускной работы с

применением новых технологий дало возможность студентам самостоятельно расширить свои профессиональные компетенции, которые они могут указать в портфолио при трудоустройстве.

На примере учебного плана подготовки бакалавриата по направлению 08.03.01 «Строительство» [11] предлагается интегрировать новые профессиональные компетенции, используя блок информационных дисциплин как накопитель знаний и навыков технологий строительства у обучающегося на протяжении всего процесса обучения (рис. 3). Каждая дисциплина информационного блока предусматривает связь с дисциплинами, которые осваивает обучающийся в этом же и (или) последующем семестре. В специальной дисциплине предусмотрено использование именно тех программных продуктов, которые студент изучал в дисциплине информационного блока в предшествующем семестре. Таким образом, ведется комплексная подготовка будущего специалиста на этапах курсового проектирования, проработки расчетно-графических и других самостоятельных работ с последующим выходом на выпускную квалификационную работу с применением технологии информационного моделирования. Предполагаемая модель обучения основывается на междисциплинарном подходе, где знания, полученные студентом на каждом этапе подготовки, подкрепляются изучением и использованием соответствующего программного обеспечения. Применение полученных «информационных» знаний, умений и навыков в профессиональных задачах позволяет соединить их воедино, образуя компетенции, требуемые для цифровой трансформации специальности.

Выполнение комплексного проекта, увязывающего воедино информационные и специальные дисциплины, предусматривает последовательное изучение области знаний в строительстве по этапам, формируя цифровую модель полученных знаний в ходе освоения профессиональных компетенций на этих этапах.

Начиная с исследования местности, где по исходным данным (ИД) предполагается строительство ОКС, формируется цифровая модель местности (ЦММ), представляющая собой облако точек топосъемки (такую съемку местности студенты традиционно осуществляют на летней изыскательской практике после первого курса). Для построения такой модели предполагается использовать программное обеспечение Credo, Autodesk Civil 3D либо Autodesk Revit. Обучающиеся получают возможность визуализировать данные о местности, на которой предполагается разместить будущую стройплощадку учебного объекта.

После изучения инженерной геологии и механики грунтов во втором и третьем семестрах студенты получают цифровую модель физико-механи-

ческих характеристик грунтов основания, которая дополнит подготовленную ранее ЦММ. Далее эта модель будет использована при проектировании фундамента будущего здания, сооружения или конструкции, для чего предполагается использовать программу Autodesk Revit. Следующим этапом предстоит проработать архитектурный облик здания (Autodesk Revit, ArchiCAD) в виде цифровой модели. Для размещения получившейся модели предполагается использовать программу Navisworks, куда будут подгружены подготовленные в предыдущих семестрах ЦММ и цифровая модель здания. Затем студентам предстоит применить приобретенные знания о конструктивных вариантах реализации архитектурного облика (Revit, Renga) с необходимой детализацией модели (LOD) для последующей подготовки сметного расчета (ПО Гранд-Смета, ABC, и др.), графика производства работ (MS Project) и формирования ведомости объемов работ (Navisworks). Также предполагается предусмотреть моделирование инженерных систем жизнеобеспечения здания, таких как отопление, вентиляция, водоснабжение, водоотведение, электро-снабжение и др. (Revit, Renga). Управление стройкой и проектом в целом на базе этой же ИМ выполняется при помощи программного обеспечения SIGNAL – расширения BIM360Docs для строительной площадки от компании Autodesk [12]. После прохождения всех этапов работы данная ИМ может являться основой для выполнения ВКР, а ее тематика будет формироваться, исходя из будущей профессиональной заинтересованности выпускника.

Важным аспектом использования информационного моделирования учебного объекта является и то, что студенты имеют возможность наглядного представления своих знаний в области строительства, устройства здания или сооружения за счет трехмерной визуализации объектов как обязательной составляющей при ведении междисциплинарного проекта.

В качестве одного из эффективных инструментов для визуализации своих разработок обучающиеся могут использовать имеющиеся технологии дополненной реальности посредством создания мобильных приложений. Насыщение ТИМ-компетенциями выпускников строительных специальностей позволит будущим молодым специалистам работать с ИМ в организациях строительной отрасли, так динамично изменяющейся сегодня.

Интересным с точки зрения методологии является также такая особенность данного процесса учебы: на всех переделах комплексного проекта поэтапно формируется ИМ подготовки студента, содержащая в своих атрибутах все сведения о прохождении обучения. Рассмотрение данного аспекта цифровизации учебного процесса заслуживает отдельной научно-методической проработки.

Рис. 3. Блоки информационных дисциплин при междисциплинарном проектировании

Выводы

Студент нового поколения к завершению своего обучения получает комплексную информационную модель здания, где будут собраны все элементы из полученных областей знаний, приобретенных с помощью междисциплинарного подхода. Формируется своего рода копилка профессиональных компетенций будущего выпускника. У обучающегося будут сформированы навыки ТИМ для выполнения выпускной квалификационной работы, кото-

рую он, по существу, выполнял на протяжении всего периода обучения в вузе.

Реализация идеи формирования непрерывной линейки информационных учебных дисциплин в тесной междисциплинарной связи со специальными дисциплинами позволяет уже сегодня выпускать технологов и инженеров-строителей, обладающих достаточными ТИМ-компетенциями для цифровой трансформации строительной отрасли.

Список источников

1. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства : приказ Минстроя России от 29.12.2014 № 926/пр (ред. от 04.03.2015). URL: <http://base.garant.ru>
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации // Собрание законодательства Российской Федерации, 2005. URL: <http://base.garant.ru/72280940/c9c989f1e999992b41b30686f0032f7d/#ixzz6yypwRQAQ>
3. СП 333.1325800.2020. Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла. URL: <http://docs.cntd.ru/document/573514520>.
4. Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве» : приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 787н // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>.
5. Талапов В.В. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании // Технологии строительства. 2017. № 1-2(117–118). С. 78–87. URL: <https://rucont.ru>.
6. Цифровой паспорт объекта капитального строительства запустят в 2021 году – Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: <https://stroimsk.ru/news/tsifrovoy-pasport-obekta-kapital-nogho-stroitelstv>.
7. Ахметов Ф.М., Исламов К.Ф. Информационное моделирование строительства // Строительное производство. 2020. № 1. С. 115–118.
8. Спрыжков А.М., Приворотский Д.С., Приворотская Е.В. Междисциплинарная интеграция BIM и IPD в высшем профессиональном образовании // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17, № 1-2. С. 348–351.
9. Об установлении случая, при котором застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию, объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства : постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 г. № 331 // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>.
10. Пиотрович А.А. Современные технологии обучения: опыт, проблемы и перспективы // Современная научная мысль. Научный журнал истории, экономики и права. 2013. № 1. С. 194–200.
11. Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство : приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 № 481, (ред. от 08.02.2021) // КонсультантПлюс. URL: <http://www.consultant.ru>.
12. Autodesk / Расширения BIM360Docs для строительной площадки _ BIM 360 _ Autodesk Knowledge Network URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/bim-360-docs/learn-explore/caas/auonline/autodesk-university/forgo-content/au-class-urn-adsk-content-content-3448c610-436d-4262-91f7-7f7e84d061c9.html>.

References

1. Ob utverzhdenii Plana poetapnogo vnedreniya tekhnologiy informacionnogo modelirovaniya v oblasti promyshlennogo i grahdanskogo stroitel'stva : prikaz Ministroya Rossii ot 29.12.2014 № 926/pr (red. ot 04.03.2015). URL: <http://base.garant.ru> (in Russ.).
2. Gradostroitel'nyj kodeks Rossijskoj Federacii (Sobranie zakonodatel'stva Rossijskoj Federacii. URL: <http://base.garant.ru/72280940/c9c989f1e999992b41b30686f0032f7d/#ixzz6yypwRQAQ>. (in Russ.).
3. SP 333.1325800.2020 «Informacionnoe modelirovanie v stroitel'stve». Pravila formirovaniya informacionnoj modeli ob"ektov na razlichnyh stadiyah zhiznennogo cikla». URL: <http://docs.cntd.ru/document/573514520>. (in Russ.).
4. Ob utverzhdenii professional'nogo standarta «Specialist v sfere informacionnogo modelirovaniya v stroitel'stve» : prikaz Mintruda Rossii ot 16.11.2020 № 787n, Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>. (in Russ.).
5. Talapov V.V., Vnedrenie BIM: fundamental'nyj opyt Velikobritanii // Tekhnologii stroitel'stva. 2017. № 1-2(117-118). S. 78–87. URL: <https://rucont.ru>. (in Russ.).
6. Cifrovoy pasport ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva zapustyat v 2021 godu – Kompleks gradostroitel'noj politiki i stroitel'stva goroda Moskvy. URL: <https://stroimsk.ru/news/tsifrovoy-pasport-obekta-kapital-nogho-stroitelstv>. (in Russ.).
7. Ahmetov F.M., Islamov K.F. Informacionnoe modelirovanie stroitel'stva // Stroitel'noe proizvodstvo. 2020. № 1. S. 115–118. (in Russ.).
8. Spryzhkov A.M., Privorotskij D.S., Privorotskaya E.V. Mezhdisciplinarnaya integraciya BIM i IPD v vysshem professional'nom obrazovanii // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. 2015. T. 17. № 1-2. S. 348–351. (in Russ.).
9. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 5 marta 2021 g. № 331 “Ob ustanovlenii sluchaya, pri kotorom zastrojshchikom, tekhnicheskim zakazchikom, licom, obespechivayushchim ili osushchestvlyayushchim podgotovku obosnovaniya investitsij, i (ili) licom, ot-

vetstvennym za ekspluatatsiyu, ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva, obespechivayutsya formirovanie i vedenie informacionnoj modeli ob"ekta kapital'nogo stroitel'stva" Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>. (in Russ.).

10. Piotrovich A.A. Sovremennye tekhnologii obucheniya: opyt, problemy i perspektivy // Sovremennaya nauchnaya mysl'. Nauchnyj zhurnal istorii, ekonomiki i prava. Moscow : NII IEP, 2013, № 1. S. 194–200. (in Russ.).

11. Ob utverzhdenii federal'nogo gosudarstvennogo obrazovatel'nogo standarta vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 08.03.01 Stroitel'stvo: Prikaz Minobrnauki Rossii ot 31.05.2017 № 481, (red. ot 08.02.2021). Konsul'tantPlyus. URL: <http://www.consultant.ru>. (in Russ.).

12. Autodesk / Rasshireniya BIM360Docs dlya stroitel'noj ploshchadki _ BIM 360 _ Autodesk Knowledge Network. URL: <https://knowledge.autodesk.com/ru/support/bim-360-docs/learn-explore/caas/auonline/autodesk-university/forged-content/au-class-urn-adsk-content-content-3448c610-436d-4262-91f7-7f7e84d061c9.html>. (in Russ.).

Информация об авторах

A.A. Пиотрович – доктор технических наук, профессор;

B.H. Гопкало – соискатель;

A.B. Соколов – кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

A.A. Piotrovich – Doctor of Science (Technics), Professor;

V.N. Gopkalo – Assistant;

A.V. Sokolov – Doctor of Science (Technics), Professor.

Статья поступила в редакцию 04.10.2021; одобрена после рецензирования 19.10.2021; принята к публикации 05.11.2021.

The article was submitted 04.10.2021; approved after reviewing 19.10.2021; accepted for publication 05.11.2021.