

А. А. ТАТЫГУЛОВ, А. Ш. ГИЗАТУЛИНА*

Проектная Академия KAZGOR, г. Алматы, Республика Казахстан

Aidar.Tatygulov@kazgor.kz, Assiya.Gizatulina@kazgor.kz

ВІМ – ОБРАЗОВАНИЕ В КАЗАХСТАНЕ: ВОПРОСЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОРГАНИЗАЦИЕЙ КАЧЕСТВЕННОЙ И КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЯХ РК

В статье рассмотрены вопросы качественной, комплексной подготовки специалистов строительной отрасли в вузах РК. Это одна из ключевых проблем, напрямую оказывающая влияние на скорость, сроки и качество внедрения современных технологий информационного моделирования (ВІМ) в казахстанских компаниях. Проведен небольшой обзор существующих подходов и программ для бакалавров, магистрантов, а также пост-профессионального образования, применяемых в Великобритании и в России. Предложен новый, практико-ориентированный подход к системе подготовки кадров по направлению ВІМ-проектирования в высших учебных заведениях Казахстана. Предложения, представленные в данной статье, сформулированы с учетом мнения практикующих ВІМ-специалистов. В результате практического применения предложенных рекомендаций и методик обучения в архитектурно-строительных вузах и на профильных факультетах строительная отрасль получит высококвалифицированных, подготовленных к новым реалиям специалистов и управленцев.

Ключевые слова: *технологии информационного моделирования (ВІМ), профессиональная подготовка кадров по теме ВІМ, ВІМ-образование, ВІМ-менеджер, ВІМ-координатор.*

Введение. С началом эпохи цифровизации современный мир сильно изменился. Цифровизация так или иначе затронула все отрасли экономики. Однако, когда в одних отраслях изменения происходят огромными скачками, в других, таких как строительство и проектирование цифровые технологии внедряются намного медленнее. Одна из прогрессивных и наиболее актуальных для строительства технологий – это Building Information Modeling (ВІМ). Информационное моделирование зданий или ВІМ, согласно определению Национального проектного комитета США по стандартам информационного моделирования зданий — это цифровое представление физических и функциональных характеристик объекта. ВІМ — это общий ресурс знаний для получения информации об объекте, который служит надежной основой для принятия решений в течение его жизненного цикла, который определяется как существующий от самой ранней концепции до сноса.[1] Строительный объект является единым целым. Изменение его настроек влечет за собой автоматическое изменение других связанных параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификации и графика процессы.

Сегодня информационное моделирование выходит за пределы 3D-параметров. К основным пространственным измерениям добавляются показатели времени (4D), стоимости (5D), а также показатели устойчивости и энергоэффективности зданий (6D) и эксплуатация здания (7D).

Технологии ВІМ позволяют добиться снижения количества ошибок в проектной документации, сокращения времени проектирования, сокращения сроков координа-

* E-mail корреспондирующего автора: assiya.gizatulina@kazgor.kz

ции и согласования документации, реализации проекта, сроков строительства, сокращения затрат на строительство и эксплуатацию (рис 1.)



Рисунок 1 – Преимущества BIM (по информации из открытых источников)

Активное развитие и внедрение BIM началось в 90-х годах прошлого века в развитых странах, таких как Великобритания, США, страны Европейского союза, Сингапур, Австралия. В процессе внедрения была проделана огромная работа: разработано большое количество методологических документов, издано множество научных статей по этой теме, которые позволяют изучить опыт этих стран, понять, что работает, что не работает, и избежать аналогичных ошибок. Сейчас в этих странах применение BIM для крупных инфраструктурных объектов является обязательным. Помимо требований к проектным и строительным компаниям, большое внимание уделяется вопросам профессиональной подготовки и переподготовки проектировщиков, специалистов строительной индустрии и BIM специалистов. Наличие компетентных специалистов влияет на уровень развития и зрелости BIM в организации и в отрасли в целом.

На территории стран СНГ интерес к BIM впервые появился в начале 2000-х годов, а применять информационное моделирование зданий в реальных проектах начали примерно в 2008-2010 г.г. За последнее десятилетие уже появились компании с хорошим опытом и выполненными проектами с использованием BIM. Это подтверждается реальными исследованиями по уровню применения BIM: Исследование компании «Конкуратор», Россия в 2017 и 2019г.г. и исследование «Национальной Ассоциации проектировщиков РК», Казахстан в 2020 году. Согласно этим исследованиям 22% российских компаний и 21% казахстанских компаний уже применяют BIM в реальных проектах. [2], [3] Важно отметить, что в авангарде внедрения новых технологий находятся проектные компании, которые хотят быть конкурентноспособными и интересными для иностранных инвесторов.

Учитывая растущий опыт применения и интерес отрасли к новым технологиям, был принят ряд решений на государственном уровне. Так, в России в 2016 г. предложили сделать обязательным применение BIM-технологии при проектировании всех

объектов, которые финансируются за счет средств госбюджета. А в Казахстане в 2017 году по заказу Комитета по делам строительства и ЖКХ была разработана концепция внедрения технологии информационного моделирования в промышленное и гражданское строительство Республики. Казахстанские проектные компании заинтересованы во внедрении BIM, но одна из основных сложностей – это дефицит квалифицированных BIM специалистов, способных выполнять проекты в 3D на высоком уровне[3]. Проектные компании готовы оказать поддержку вузам в подготовке таких специалистов, участвовать в качестве экспертов при разработке образовательных программ, предлагать стажировку студентам проектировщикам.

В данной статье проведен краткий обзор существующих подходов и программ для бакалавров, магистрантов, а также пост-профессионального образования, применяемых в Великобритании и в России. Далее приводятся рекомендации по разработке образовательных программ по теме BIM, основанные на предложениях реальных практикующих специалистов, имеющих в своем портфолио участие в более 20 проектах, выполненных с применением BIM.

Современные требования к специалистам строительной отрасли. С развитием новых технологий в проектировании и строительстве начали появляться новые профессии, такие как BIM – менеджер, BIM – координатор, BIM – мастер и другие. Наличие квалифицированных специалистов является одним из важных факторов, влияющих на внедрение и применение BIM в компаниях. В вышеупомянутых исследованиях по BIM, было отмечено, что 73% участников российского исследования и 44% респондентов казахстанского исследования отмечают дефицит квалифицированных специалистов как одно из основных препятствий для внедрения BIM. [2], [3] (рис 2.)



Рисунок 2 – Что препятствует активному внедрению BIM в проектных компаниях РК

BIM-специалист – это новая уникальная профессия. Эти специалисты должны владеть не только фундаментальными знаниями и навыками, но и иметь хороший технических бэкграунд. Им необходимы навыки работы в различных программах и навыки создания BIM модели, ряд важнейших управленческих компетенций, таких как работы в команде, управление командой, навыки переговоров, организаторские способности.

На сегодняшний день в Европе и в России обучение BIM-технологиям – это не просто подготовка кадров, а четко проанализированный план с учетом потребностей рынка. Для вузов, которые только планируют включать BIM в образовательный процесс, рекомендуется опираться на опыт зарубежных коллег и уделить отдельное внимание изучению подходов и методик. В статье рассмотрены несколько примеров программ Европы и России.

Рассмотрим одну из крупнейших международных образовательных магистерских программ, спонсируемых Европейским союзом – «BIM A+» [4].

Цель «BIM A+» – предложить расширенную образовательную программу по интегрированным процессам проектирования, строительства и эксплуатации BIM с упором на совместную работу, которая является краеугольным камнем такой интеграции.

Эта программа – отличный образец в плане наполнения курса. Курс проводят преподаватели из разных европейских стран. Они являются практикующими специалистами, делятся не только теоретическими знаниями, но и практическим опытом.

Уровень профессорско-преподавательского состава играет существенную роль в подготовке будущих профессионалов. Благодаря сочетанию формальных лекций, семинаров, презентаций, учебных пособий, групповых учебных сессий и модулей, проводимых под руководством ППС, исследователей и ведущих практиков отрасли, программа обучения познакомит студентов с теоретическими, методологическими, практическими и технологическими аспектами BIM. Студенты смогут исследовать переходное влияние BIM на реализацию проекта на протяжении всего его жизненного цикла, чтобы понять истинный потенциал BIM на проектном и организационном уровне, а также ограничения и проблемы, с которыми сталкиваются проектировщики при внедрении BIM. Кроме того, студенты имеют возможность выполнять командные задачи и мероприятия, аналогичные тем, которые специалисты BIM будут выполнять в реальной практике. Например, сообщать о преимуществах BIM на уровне проекта и организации, а также разрабатывать план реализации проекта BIM, основанный на глубоком понимании государственных и международных стандартов BIM.

В России большая часть крупнейших технических вузов уже внесли BIM в программу обучения студентов. Однако, учитывая, что развитие BIM в России отстает от западных стран примерно на 10-15 лет [5] и по уровню внедрения и применения и в уровне подготовки преподавательского состава многие вузы налаживают контакты с западными университетами и проектными компаниями с целью создания совместных образовательных проектов в области информационного моделирования. Далее приведены несколько примеров подобных программ.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет включил BIM – моделирование в программу кафедры Информационных технологий

[6], а также является организатором ежегодной международной научно-практической конференции «BIMAC». В рамках сотрудничества СПбГАСУ (Россия) и университета LAB (Финляндия) был создан проект BIM-ICE – интеграция BIM в высшее и профессиональное образование» (BIM-ICE – BIM Integration in Higher and Continuing Education) [5]. Из статьи можно сделать выводы, что проект предполагает большую работу по созданию учебной документации и учебно-методических материалов, организацию и проведение различных студенческих конкурсов, BIM-мероприятий, совместную работу студентов над реализацией BIM моделей, проведение семинаров, круглых столов и конференций для студентов. Все это стимулирует интерес студентов и преподавателей к повышению своей квалификации, расширению теоретической базы по проектированию и изучению прогрессивных подходов, практическому применению знаний и навыков.

Другой пример совместного образовательного проекта между студентами Санкт-Петербургского политехнического университета (Россия) и Технического университета Граца (Австрия) приведен в статье Романович М. А. «Опыт создания цифровой модели здания в рамках международной образовательной программы на платформе BIM 360» [7]. В описанном проекте приняли участие более 50 студентов первого курса магистратуры вышеуказанных университетов. Целью проекта было создание BIM-модели существующего многофункционального здания. Студенты были разделены на группы по специальностям (архитекторы и инженеры), работы курировались BIM менеджером и координаторами в каждой группе. Все работы проводились с использованием ПО REVIT, в среде общих данных BIM 360, а также с применением 3DsMax и InfraWorks для визуализации, NavisWorks для проверки модели на коллизии. В ходе работы над проектом студенты на практике увидели процессы проверки модели, исправления коллизий, загрузки обновлений. Одно из выделенных преимуществ проекта – это возможность учащимся выбирать задачи, наиболее соответствующие их интересам и опыту, и самостоятельно перераспределяться в команды для работы над крупными блоками. Это позволило студентам попробовать себя в новом качестве и освоить дополнительные навыки [7].

Еще один пример качественного подхода к организации обучения по теме BIM – это программа профессиональной переподготовки «Разработка и управление проектом с технологией BIM» разработанная в университете ИТМО, г. Санкт-Петербург. [8] Программа состоит из нескольких модулей: от основ информационного моделирования до управления BIM-проектами и организации BIM-процессов. Занятия проводят как преподаватели Университета ИТМО, так и специалисты предприятий-партнеров вуза, которые ведут курсы, сфокусированные на практическом применении BIM-технологий. После прохождения программы выпускники становятся дипломированными специалистами по специальностям BIM-координатор и BIM-менеджер.

Российские исследователи также изучают вопросы развития BIM-образования в России. Авторы статьи [9] предлагают практико-ориентированный подход к обучению BIM. Особое внимание авторы обращают на важность сотрудничества между вузами и другими учебными заведениями с ключевыми игроками по разработке ПО и оборудования для проектировщиков, а также с компаниями-интеграторами, имеющими практический опыт разработки и внедрения BIM.

Таким образом, можно сделать выводы, что при организации образовательных программ по теме BIM важно сбалансированное сочетание теории и практики, а также инициирование и развитие программ обмена и совместных проектов с зарубежными университетами. Информационное моделирование зданий вносит фундаментальные изменения в архитектурную, инженерную и строительную отрасли и оказывает существенное влияние на требования к образовательному процессу по соответствующим направлениям. Необходимы изменения в учебных планах и программах учебных дисциплин, разработка новых образовательных программ также востребована.

Предложения по программам обучения студентов по теме BIM для вузов РК. Проведя ряд консультаций с практикующими специалистами ПА KAZGOR, были подготовлены рекомендации для вузов по организации образовательного процесса и по разработке обучающих программ для студентов по теме BIM. Предложения и рекомендации затрагивают пять важных аспектов:

1. Материально-техническая база.
2. Подготовка ППС.
3. Теоретическая подготовка и владение ПО, применяемого при работе с BIM-проектами.
4. Практика и практические задания и работы.
5. Взаимодействие и обмен опытом с зарубежными университетами и учебными заведениями.
6. Участие в конференциях, форумах, семинарах по теме BIM.

1. Материально-техническая база. Большинство технических вузов, которые занимаются подготовкой будущих кадров для строительной отрасли имеет оборудованные компьютерные классы. Однако уровень материально-технического обеспечения часто недостаточен для работы в BIM среде. Для таких специалистов необходимы отдельные классы с мощными компьютерами и специализированным программным обеспечением.

2. Подготовка ППС. Подготовка и привлечение преподавательского состава – это важнейший фактор, от которого во многом зависит качество образовательной программы и востребованность будущих выпускников. Здесь есть два важных аспекта. Первое – единое целостное понимание BIM у всех преподавателей, второе – связь с практикой.

Чтобы достичь единого понимания BIM у преподавателей вуза можно предложить внедрение небольшого BIM-теста. Примером аналогичной проверки знаний по теме BIM можно привести BIM-зачет, который используется для сотрудников Проектной Академии KAZGOR. У всех заинтересованных сотрудников есть доступ к материалам для подготовки к BIM-зачету и, таким образом, все специалисты компании придерживаются единую терминологию и опираются на одинаковые источники знаний.

Связь с практикой. При формировании ППС рекомендуется отдельное внимание уделить наличию в составе признанных экспертов в области BIM и специалистов практиков, которые смогут составить программу с учетом понимания потребностей отрасли. Кроме этого, очень важно регулярное обновление знаний по BIM. Технология постоянно меняется и эволюционирует, появляются новые знания. Если говорить

о привлечении специалистов практиков, это могут быть специалисты – консультанты по внедрению BIM, практикующие BIM-менеджеры, которые будут готовы делиться знаниями. Если нет возможности приглашать практиков и экспертов на постоянной основе, рекомендуется включать в программу мини-курсы или мастер-классы от BIM-специалистов. В современных реалиях дополнительное образование и программы повышения квалификации стали намного ближе. Огромное количество обучающих программ доступно в онлайн-формате. Ниже приведены несколько современных продвинутых платформ и курсов, обучение по которым проходили специалисты ПА KAZGOR.

Курсы от stepik.org:

1) «Информационное моделирование зданий» – курс посвящён изучению технологии информационного моделирования зданий на примере программы Autodesk Revit Architecture.

2) «Проектирование механических инженерных систем в Autodesk Revit» – в данном курсе подробно рассказывается о работе в Autodesk Revit по созданию механических инженерных систем. В курсе рассмотрены темы: моделирование, создание библиотек компонентов, формирование комплектов чертежей и спецификаций, расчёты инженерных систем.

3) «Проектирование конструкций зданий в Autodesk Revit» – вводный курс Autodesk Revit по проектированию несущих конструкций зданий, оформлению чертежей и документации.

4) BIM Planet No1. Знакомство с Dynamo – курс посвящен основам работы в Dynamo - плагине по визуальному программированию, широко востребованном разработчиками информационных моделей зданий в среде Autodesk Revit.

Курсы от udeemy.org:

1) «Autodesk Revit. Полный функционал программы»

2) «BIM 4D Simulations Autodesk Revit, Dinamo, Navisworks & Max»

Указанные платформы и курсы могут быть интересны и преподавателями, в целях повышения квалификации и как примеры качественных обучающих программ для студентов, и могут быть рекомендованы студентам для самостоятельного изучения. Тем более, на различных образовательных платформах есть большое количество бесплатных курсов, а стоимость платных курсов, проходящих в онлайн формате, значительно ниже, чем стоимость живых форматов обучения.

3. Теоретическая подготовка и владение ПО, применяемого при работе с BIM проектами. Помимо обязательных профильных знаний по специальности, современному специалисту необходимы знания в следующих областях:

Общие навыки.

- VR AR
- Английский язык
- Управление проектами
- Управленческие навыки или softskills – работа в команде, управление командой, навыки ведения переговоров, эффективные коммуникации и другое.

Теория.

- BIM – история, основные концепции, термины, стандарты.

● Понятия среда общих данных, облачные системы, IFC, большие данные, умные города.

- Фотограмметрия и технологии Облака точек.
- Понятие энергоэффективности в проектно-строительной отрасли.
- Знания об альтернативных источниках энергии.
- Еврокоды.
- Современные навыки и подходы к проектированию зданий и сооружений.

Технические навыки.

Современное ПО, используемое в проектно-строительной отрасли для разработки BIM-проектов.

Программные и аппаратные технологии, такие как алгоритмическое и параметрическое моделирование.

ПО для устойчивого экологического проектирования и энергоэффективных решений.

4. Практика. Кроме теоретических и технических знаний и навыков, будущие проектировщики должны иметь возможность применять свои знания на практике. Практическая часть должна стать неотъемлемым элементом образовательных программ. Практико-ориентированный междисциплинарный подход может применяться для студентов всех уровней и специализаций и его необходимо внедрять в образовательный процесс. Один из современных форматов, позволяющих студентам отработать знания на практике – это работа междисциплинарных студенческих командах. Состав команд может быть схож с организационной структурой проектной организации и включать в себя такие специальности, как архитектор-проектировщик, конструктор, инженер, BIM-менеджер, BIM-координатор, BIM-разработчик, возможно специалисты-смежники. В таком проекте каждый студент сможет работать над отдельным разделом проекта или совмещать разные роли. Преподаватель в такой группе может занимать роль главного инженера и/(или) архитектора проекта. Такой формат работы будет способствовать лучшему пониманию процесса информационного моделирования и принципов совместной работы над проектом. По окончании практической работы команда представляет цифровую модель здания. Этот формат рассчитан на достаточно длительное сотрудничество и совместную работу студентов и преподавателей и в большей степени подходит для старших курсов.

Для студентов, изучающих BIM, полезно больше участвовать в студенческих курсах, конференциях, семинарах по этой теме. В рамках конкурсов студенты могут пробовать применять свои знания на практике, видеть работы других студентов, понимать, что нужно улучшать и куда расти.

Другой, давно применяемый формат – это производственная практика, когда студенты выпускных курсов, приходя на практику в архитектурную, проектную или инженерную компанию, работают над реальными проектами под руководством опытных специалистов практиков. Здесь на первое место выходит взаимодействие вуза с проектными и строительными компаниями, которые применяют BIM в реальных проектах и заинтересованы будущих молодых специалистах со знанием BIM. Такие компании могут быть не только местом прохождения практики, но и обеспечить будущее трудоустройство выпускников.

Чтобы обеспечить высокий уровень и связь с практикой, вузы могут налаживать взаимодействие компаниями, которые выполняют реальные проекты в BIM для обмена опытом и знаниями. Один из вариантов – проводить тестирование студентов по теме BIM с привлечением специалистов практиков. Такие тестирования помогут выявить возможные пробелы в знаниях, помочь оперативно скорректировать образовательную программу.

5. Взаимодействие и обмен опытом с зарубежными университетами и учебными заведениями. Описанные выше примеры взаимодействия российских вузов с зарубежными университетами [5,6] позволяют предположить значительную пользу подобных совместных проектов. Современные технологии и средства коммуникации позволяют участникам общаться не только с помощью электронной почты и пересылкой файлов, но и проводить «живые» обсуждения на разных этапах проекта, совместно работать над одним файлом в режиме реального времени, то есть максимально приблизить учебный процесс к реальной работе над проектом.

6. Участие в конференциях, форумах, семинарах по теме BIM. Организация и проведение научно-практических конференций для студентов по теме BIM на базе учебных заведений играет важную роль в развитии BIM образования. Целью подобных конференции являются обзоры современных достижений и обмен опытом в области BIM-моделирования применительно к вопросам проектирования, строительства и эксплуатации зданий, а также образования, нормативно-правовой базы и экономических аспектов вопроса. Конференции, семинары, вебинары – это неотъемлемая часть современного продвинутого подхода к обучению. Сейчас в сети огромное количество доступных качественных видео-тренингов, видео-обучений, которые можно включать в образовательные программы для студентов.

Заключение. Успешное внедрение новых технологий – это задача не только организаций проектно-строительной отрасли. Ключевым для любой отрасли является наличие квалифицированных специалистов, способных работать с новыми технологиями и в новых условиях. Адаптация существующих и разработка новых образовательных программ по теме BIM является крайне важной задачей для учебных заведений архитектурно-строительного профиля. Но подходы и новые программы должны разрабатываться исходя из требований, которые бизнес сообщество предъявляет к будущим специалистам.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. — Москва: ДМК-Пресс, 2015. — 410 с.
- 2 Исследование «Уровень применения BIM в России 2019» / http://concurator.ru/information/bim_report_2019/ Дата обращения 10.05.2021
- 3 Татыгулов А. А., Жаманкулов А. М., Гизатулина А. Ш. Уровень развития и применения BIM-технологий в компаниях проектно-изыскательской отрасли Республики Казахстан. – Вестник НИА РК, Алматы, 2020, №4 (78). – 100-106 с. Программа обучения BIM A+ / <https://bimaplus.org/objectives/#brief-list> / Дата обращения 12.05.2021

4 Семенов А.А., Суханова И.И. Проект BIM-ICE – интеграция BIM в высшее и профессиональное образование, BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры, – Материалы III Международной научно-практической конференции BIMAC 2020, Санкт-Петербург, 2020. – 372-378 с.

5 Программа Санкт-Петербургского Государственного Архитектурно-строительного университета / https://www.spbgasu.ru/Studentam/Kafedry/informacionnyh_tehnology/BIM-tehnologii_modelirovaniya_zdaniy/ Дата обращения 18.05.2021

6 Романович М. А., Всеволожская В. Г., Кузьминых А. Р., Попова Е. М., Перцева А. Е. Опыт создания цифровой модели здания в рамках международной образовательной программы на платформе BIM 360, BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры, - Материалы III Международной научно-практической конференции BIMAC 2020, Санкт-Петербург, 2020. - 362 – 371 с.

7 Программа профессиональной переподготовки «Разработка и управление проектом с технологией BIM», Университет ИМТО, г. Санкт-Петербург / <http://cad.itmo.ru/bim.php> / Дата обращения 18.05.2021

8 Гришина Н.М., Чалый Ю.Ю. Проблемы и перспективы BIM в ВУЗах: управление развитием в строительстве. – Известия КазГАСУ. 2017. № 3(41). – 277–288 с.

REFERENCES

1 Talapov V.V. Tekhnologiya BIM. Sut' i osobennosti vnedreniya informacionnogo modelirovaniya zdaniy. — Moskva: DMK-Press, 2015. — 410 s.

2 Issledovanie «Uroven' primeneniya BIM v Rossii 2019» / http://concurator.ru/information/bim_report_2019/ Data obrashcheniya 10.05.2021]

3 Tatygulov A. A., ZHamankulov A. M., Gizatulina A. SH. Uroven' razvitiya i primeneniya BIM-tehnologij v kompaniyah proektno-izyskatel'skoj otrasli Respubliki Kazahstan. – Vestnik NIA RK, Almaty, 2020, №4 (78). – 100-106 s. Programma obucheniya BIM A+ / <https://bimaplus.org/objectives/#brief-list> / Data obrashcheniya 12.05.2021

4 Semenov A.A., Suhanova I.I. Proekt BIM-ICE – integraciya BIM v vysshee i professional'noe obrazovanie, BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury, - Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii BIMAC 2020, Sankt-Peterburg, 2020. – 372-378 s.

5 Programma Sankt-Peterburgskogo Gosudarstvennogo Arhitekturno-stroitel'nogo universiteta / https://www.spbgasu.ru/Studentam/Kafedry/informacionnyh_tehnology/BIM-tehnologii_modelirovaniya_zdaniy/ Data obrashcheniya 18.05.2021

6 Romanovich M. A., Vsevolzhskaya V. G., Kuz'minyh A. R., Popova E. M., Perceva A. E. Opyt sozdaniya cifrovoj modeli zdaniya v ramkah mezhdunarodnoj obrazovatel'noj programmy na platforme BIM 360, BIM-modelirovanie v zadachah stroitel'stva i arhitektury, - Materialy III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii BIMAC 2020, Sankt-Peterburg, 2020. – 362 – 371 s.

7 Programma professional'noj perepodgotovki «Razrabotka i upravlenie proektom s tekhnologiej BIM», Universitet IMTO, g. Sankt-Peterburg / <http://cad.itmo.ru/bim.php> / Data obrashcheniya 18.05.2021

8 Grishina N.M., CHalyj YU.YU. Problemy i perspektivy BIM v VUZah: upravlenie razvitiem v stroitel'stve. – Izvestiya KazGASU. 2017. № 3(41). – 277–288 s.