



Горное образование: традиции и перспективы в XXI веке

УДК 004.94; 378.147.39: 004; 69.007-05

ВІМ-ТЕХНОЛОГІЇ І ОПИТ ІХ ВНЕДРЕННЯ В УЧЕБНИЙ ПРОЦЕСС ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНІЮ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»

Л.А.ГОЛДОБИНА¹, П.С.ОРЛОВ²¹ Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия² Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия

В статье рассмотрены вопросы необходимости подготовки и развития кадрового потенциала в строительной индустрии России для создания конкурентоспособной строительной отрасли, соответствующей высоким стандартам качества и эффективности, работающей на основе системы современных согласованных финансово-экономических, технических, организационных механизмов. Одним из путей достижения цели инновационного развития является модернизация архитектурно-строительного проектирования, в частности внедрение BIM-технологий, позволяющих принимать эффективные решения на всех стадиях жизненного цикла зданий и сооружений – от инвестиционного замысла до эксплуатации и даже сноса. В связи с этим со стороны отрасли возникла острая необходимость повышения качества подготовки бакалавров-строителей, способных не только к получению новых знаний, но и практической адаптации их в современных условиях рынка строительной отрасли.

В статье приводится концепция проектирования основной образовательной программы подготовки по направлению 08.03.01 «Строительство» (уровень бакалавриата) с акцентом на получение систематизированных знаний, умений и практических навыков в процессе обучения, в частности через преемственность и междисциплинарную связь при курсовом и дипломном проектировании на основе BIM-технологий.

Ключевые слова: качество образования, компетентностный подход, строительная отрасль, информационные технологии, информационное моделирование зданий, BIM-технологии

Как цитировать эту статью: Голдобина Л.А. BIM-технологии и опыт их внедрения в учебный процесс при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» / Л.А.Голдобина, П.С.Орлов // Записки Горного института. 2017. Т. 224. С. 263-272. DOI: 10.18454/PMI.2017.2.263

Актуальность подготовки бакалавров-строителей с учетом требований рынка строительной отрасли. Одной из крупнейших сфер экономической деятельности Российской Федерации является строительство. Строительство обеспечивает расширенное воспроизводство производственных мощностей и основных фондов для всего народного хозяйства. Продукцией строительства являются здания и сооружения различного функционального назначения для организации любых сфер народного хозяйства [1].

«Строительная отрасль может стать одним из основных источников роста экономики страны, это один из самых динамичных, перспективных субъектов рынка, на который приходится почти 6 % ВВП страны. У отрасли есть все возможности, чтобы стать одним из ключевых драйверов роста российской экономики. И для этого важно в полной мере реализовать ее огромный, колоссальный потенциал», – отметил президент страны Владимир Владимирович Путин, выступая на Госсовете по развитию строительной отрасли [4].

Для усиления роли строительной отрасли в экономике страны необходимы количественные и качественные преобразования, способствующие более эффективному решению задач наращивания объемов строительства жилья, реализации масштабных инфраструктурных проектов, открывающие возможности для развития промышленно-экономического потенциала Российской Федерации в целом [16].

В связи с этим Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации с участием заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, национальных объединений в сфере инженерных изысканий, проектирования и строительства, научных и образовательных организаций разработана Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 г. [11, 16].

Целью стратегии инновационного развития строительной отрасли является создание конкурентоспособной строительной отрасли, формирующей безопасную и комфортную среду жизни и деятельности, способствующую укреплению национальной безопасности и пространственного развития Российской Федерации [11].



Для достижения цели инновационного развития, помимо других важных вопросов, обозначенных в проекте, в приоритетном порядке необходимо решать задачу развития кадрового потенциала.

В настоящее время проблема обеспечения строительства компетентными кадрами стоит очень остро. Сегодня практически каждая строительная компания в той или иной мере испытывает дефицит кадров, причем это касается не только специалистов рабочих профессий, но и инженерно-технических работников. Действующая в настоящее время в высшей школе Болонская система, в соответствии с которой, в том числе и для строительной отрасли, осуществляется подготовка бакалавров и магистров, не адаптирована к потребностям строительной индустрии [11, 16].

Кроме того, актуальными проблемами в сфере кадрового обеспечения строительной отрасли являются: отсутствие у выпускников вузов необходимой производственной практики; несоответствие качества подготовки квалифицированных специалистов требованиям работодателей; резкое сокращение подготовки профильных инженерно-технических специальностей; неактуальность образовательных программ современным технологиям и отсутствие актуальных знаний у преподавателей в области новых технологий.

Уровень профессионального образования и в конечном итоге уровень подготовки выпускного специалиста (бакалавра) напрямую связаны с обеспечением следующих качеств: контингент абитуриентов, а затем студентов; преподавательский состав; содержание образования; качество образовательной среды и условия организации обучения; качество педагогических технологий; качество образовательного процесса и его ресурсного обеспечения; качество участия специалиста в производстве товаров или услуг по окончании вуза; качество его социокультурной деятельности в обществе; наконец, качество жизни самого специалиста, возможностей его самореализации [2].

Известно также и то, что конкурентоспособность вуза во многом определяется тем, насколько образовательный и профессиональный уровень его выпускников отвечает требованиям рынка труда [3, 5-8].

Рынок труда устанавливает реальную цену поступающего на него «товара» – выпускника вуза, которая зависит от качества его практической подготовки. Качество обычного товара – это то, что удовлетворяет запросу потребителя. Качество профессионального образования представляет собой сбалансированное соответствие такого образования как результата, как процесса, как образовательной системы многообразным потребностям, целям, требованиям, нормам, стандартам [2, 3].

В связи с этим одной из важнейших задач, стоящих перед высшей школой в настоящее время, является необходимость разработки и внедрения механизмов, методов и средств обеспечения качества практической подготовки будущего специалиста [3].

Модернизация и внедрение инноваций в архитектурно-строительное проектирование. Среди насущных задач, стоящих перед строительной отраслью, является оздоровление архитектурно-промышленного комплекса, в котором существует ряд проблем, влияющих на качество разрабатываемой проектной документации и сроки ее подготовки, в частности: отсутствие единых подходов к организации проектно-изыскательской деятельности; недостаточная подготовка кадров; отсутствие разумной ценовой политики в отношении проектно-изыскательских работ и занижение заказчиками стоимости этих работ; несовершенство нормативно-правовой и нормативно-технической базы проектирования, в том числе из-за отсутствия единой стратегии ее развития; несовершенство методологии и технологии проектирования, в том числе при типовом проектировании; несовершенство института экспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий; отсутствие качественного отечественного программного обеспечения проектных работ и др. [11, 16].

В архитектурно-строительном проектировании требуется повышение качества проектирования, включая одно из важнейших и принципиальных новшеств, которое начинают активно использовать в современном проектировании и строительстве – это технологии информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling).

«Применение BIM-технологии позволяет принимать эффективные решения на всех стадиях жизненного цикла зданий – от инвестиционного замысла до эксплуатации и даже сноса. Это

важно и для бюджетных строек, с точки зрения рационального использования бюджетных денег, и вообще для строительства и эксплуатации любого объекта», – отметил министр Минстроя России Михаил Мень [15].

В настоящее время Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации приступило к реализации плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования зданий в области промышленного и гражданского строительства, утвержденного приказом Минстроя России № 926/пр от 29 декабря 2014 г. и разработанного совместно с Росстандартом, Экспертным советом при Правительстве Российской Федерации и иными институтами по модернизации экономики и инновационному развитию [15].

Реализация мероприятий плана поэтапного внедрения BIM-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.

BIM-технологии. Обманчиво считать, что BIM-технология – инструмент построения 3D-модели для визуализации объекта и создания проектной документации. BIM – это не только объемная картинка объекта, это процессы и способы совместной работы с информацией об объекте строительства, которой можно пользоваться на всех этапах жизненного цикла здания или сооружения: проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция и снос. BIM-модель содержит информацию об интеллектуальных объектах в нее входящих и параметрических взаимосвязях между ними. Это позволяет принимать управленческие решения на любом из перечисленных выше этапов, при этом новые данные в информационную модель могут добавляться на протяжении всего жизненного цикла строительного объекта. Информационная модель является базой данных для системы закупок, системы календарного планирования, системы управления проектами и других систем предприятия. Определение уровня детализации BIM-модели на каждом этапе жизненного цикла является одним из ключевых элементов внедрения технологии BIM (рис.1) [7, 8, 12].

Эта технология позволяет оптимизировать процесс строительства, который, как известно, является очень затратным. Используя информационную модель здания, можно получить очень точный расчет стоимости объекта, что позволит управлять затратами на его строительство.

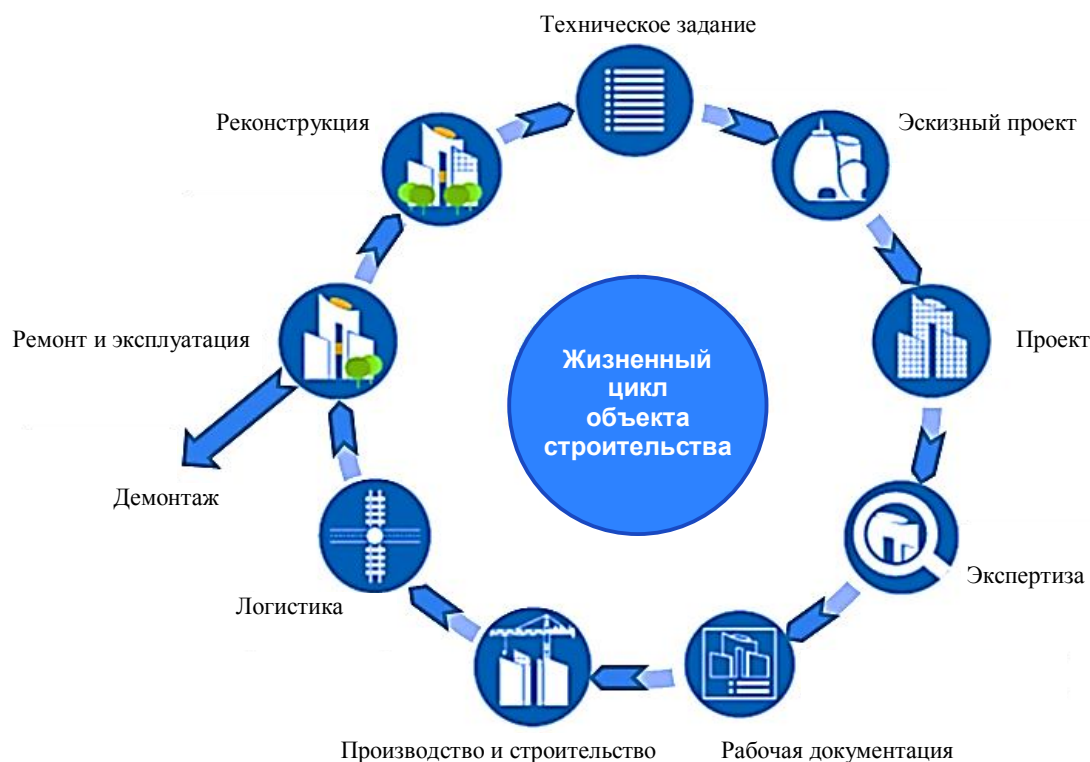


Рис.1. Жизненный цикл строительного объекта в BIM-технологии

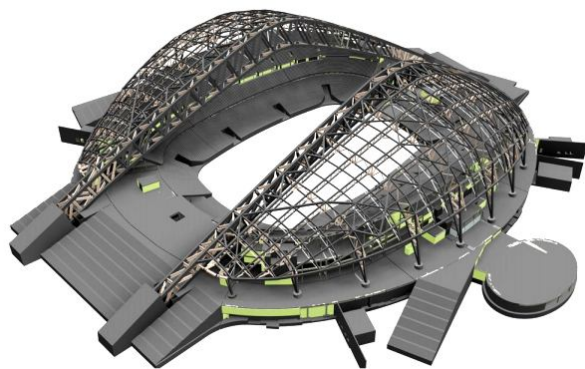


Рис.2. Модель стадиона «ФИШТ» (г.Сочи)

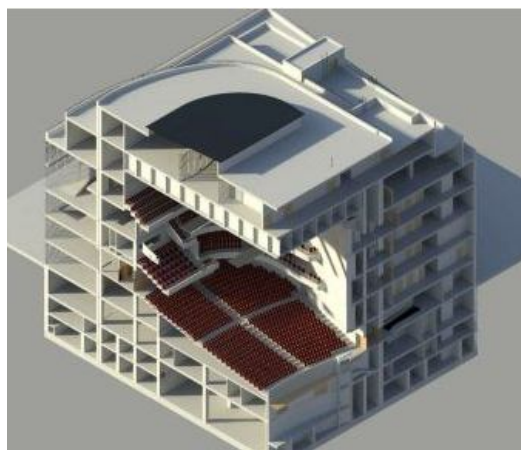


Рис.3. Модель второй сцены Мариинского театра (Санкт-Петербург)

Так, например, если на соседних домах работают строительные краны, графики работы которых совпадают, то они могут «встретиться стрелами». Это обстоятельство не может быть учтено в силу того, что техника принадлежит разным собственникам. Наличие визуального графика позволит увидеть, какая оптимальная нагрузка требуется для той или иной строительной машины, есть ли опережение или отставание. Можно также просчитать, какие затраты необходимы на каждой из стадий, а когда здание уже построено и наступило время его ремонтировать, можно получить все необходимые данные о несущих конструкциях и коммуникациях из BIM-модели [9, 14].

В настоящее время в России с использованием BIM-технологий отечественными архитекторами и проектировщиками выполнены такие значимые олимпийские проекты в г.Сочи, как Олимпийский стадион «Фишт» (рис.2), ледовые дворцы «Большой», «Айсберг», крытый конькобежный центр «Адлер-арена», инфраструктурные объекты Олимпийской деревни, футбольный стадион «FIFA-2018», высотное здание ММДЦ «Москва-Сити», вторая сцена Мариинского театра в Санкт-Петербурге (рис.3) и многие другие.

К основным задачам, решаемым технологиями BIM, относятся следующие: создание концептуальной модели будущего объекта; многовариантное проектирование; технико-экономическое обоснование; размещение объекта строительства в существующую застройку; представление проекта на рассмотрение заинтересованным лицам; качественное проектирование согласно установленным срокам; создание информационной модели; коллективная работа территориально отдаленных подразделений – участников разработки и реализации проекта; координация всех разделов; получение рабочей документации; отсутствие дублирующихся данных; взаимодействие проектного отдела со строителями; подготовка организации и управления строительством; сроки – 4D-календарный и сетевой график производства работ; стоимость – 5D-укрупненный расчет стоимости строительства; расчет потребности в материалах; организация и управление строительством; осуществление строительного надзора; отслеживание динамики выполнения работ; сравнение плана и факта; контроль отклонений; быстрый поиск информации по объекту строительства; достоверная информация; связь с системами эксплуатации [17, 18].

Основные преимущества использования BIM-технологии Autodesk: оперативное воплощение концепции проекта планировки и объемно-планировочного решения в 3D-модели; удобная визуальная оценка предлагаемых проектных решений; возможность изучения нескольких вариантов и выбор оптимального на основе проектных данных и оценочной стоимости строительства; ускорение процесса проектирования за счет использования данных предпроектной стадии на последующих этапах без потери данных; устранение ошибок в проекте за счет сборки всех разделов в едином пространстве; устранение потерь проектной информации при передаче данных между отделами и платформами; снижение сроков рассмотрения проблемных мест и принятия решений; поиск проектных ошибок и устранение их до того, как они выявятся в процессе строительства; выпуск актуальной проектной документации; обмен данными с субподрядчиками; оптимизация подъездных дорог для строительной техники; наложение календарных графиков из программ планирования на модель и визуализация; поиск и разрешение пространственно-временных коллизий; доступ всех участников строительного процесса (специалисты проектного бюро, управленцы, строители, подрядчики) к информации об объекте, позволяющей принимать



совместно оперативные решения; отслеживание процессов ввода оборудования в эксплуатацию; обеспечение комплекса мер по охране труда; сокращение ошибок и времени строительства; повышение скорости и качества технического обслуживания [9, 14, 17, 18].

Наиболее инновационные российские предприятия активно переходят на ВМ-технологии и уже почувствовали преимущества от использования технологии. Большая часть из тех, кто пока не перешел на ВМ-технологии, осознали необратимость изменений, происходящих в архитектурно-строительной отрасли, и сегодня выбирают оптимальный метод внедрения информационного моделирования [7, 8, 12]. Поэтому весьма актуальной становится проблема подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих ВМ-технологиями.

Концепция внедрения ВМ-технологий в учебный процесс. С 2012 г. Санкт-Петербургский горный университет ведет подготовку, а в текущем году впервые осуществил выпуск бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство». Выпускающей кафедре строительства горных предприятий и подземных сооружений приходится решать многочисленные задачи, связанные с подготовкой бакалавров, так необходимых в строительной отрасли.

Одним из возможных методологических предложений подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» может быть проектирование основной образовательной программы (ООП) не только в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом, но и с требованиями рынка строительной индустрии к будущим инженерно-техническим кадрам. По мнению авторов статьи, необходимо внедрение междисциплинарной интеграции в курсовом и дипломном проектировании с использованием ВМ-технологий.

Среди важнейших современных требований к проектной подготовке бакалавров строительного направления необходимо выделить следующие: междисциплинарные знания и способность к междисциплинарным обоснованиям проектных решений; способность системно и самостоятельно мыслить; выявлять и эффективно решать производственные задачи с использованием компетенций, освоенных в вузе; нацеленность на результативность профессиональной деятельности [10].

ООП должна быть разработана таким образом, чтобы студент получал знания, умения и навыки в той же последовательности, как сформирован жизненный цикл строительного объекта, условно выделенный в следующие стадии: предпроект (предпроектное предложение, технико-экономическое обоснование), проект (эскизный проект, технический проект), рабочий проект и рабочая документация, строительство, управление и эксплуатация, ремонт и (или) реконструкция (см. рис.1).

По мере получения знаний по основным фундаментальным (математика, физика, химия), общетехническим (инженерная графика, теоретическая и строительная механика, сопротивление материалов, геодезия) и профессиональным (специальным) дисциплинам (основы архитектуры и строительных конструкций, архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений, основания и фундаменты, железобетонные и каменные конструкции, металлические конструкции, конструкции из дерева и пластмасс и др.) студенты в ходе выполнения курсовых проектов с помощью полученных начальных навыков работы с программами информационного моделирования зданий при знакомстве с дисциплинами «Компьютерная графика в проектировании», «Информационные технологии в строительстве» фактически включаются в профессиональную проектную деятельность (рис.4).

Работая над концептуальной моделью гражданского или промышленного здания с использованием программы Autodesk Revit Architecture, далее в этой же программе студент может продолжить курсовое задание по разработке архитектурно-строительных чертежей.

Изучение основных строительных конструкций позволит полученные теоретические знания использовать при работе над курсовыми проектами с использованием не только программ моделирования и создания рабочей документации на строительные изделия или их монтаж, но и освоить расчетные пакеты Autodesk Robot Structural Analysis Professional и SOFiSTiK, с помощью которых можно вести проектирование и конструирование на современном уровне, научиться искать и принимать оптимальные конструктивные решения.

Autodesk Revit MEP, предназначенный для проектирования инженерных сетей, может быть освоен при изучении таких дисциплин, как «Инженерное оборудование систем отопления и вентиляции», «Санитарно-техническое оборудование зданий», «Проектирование и эксплуатация систем внутреннего водоснабжения и водоотведения».

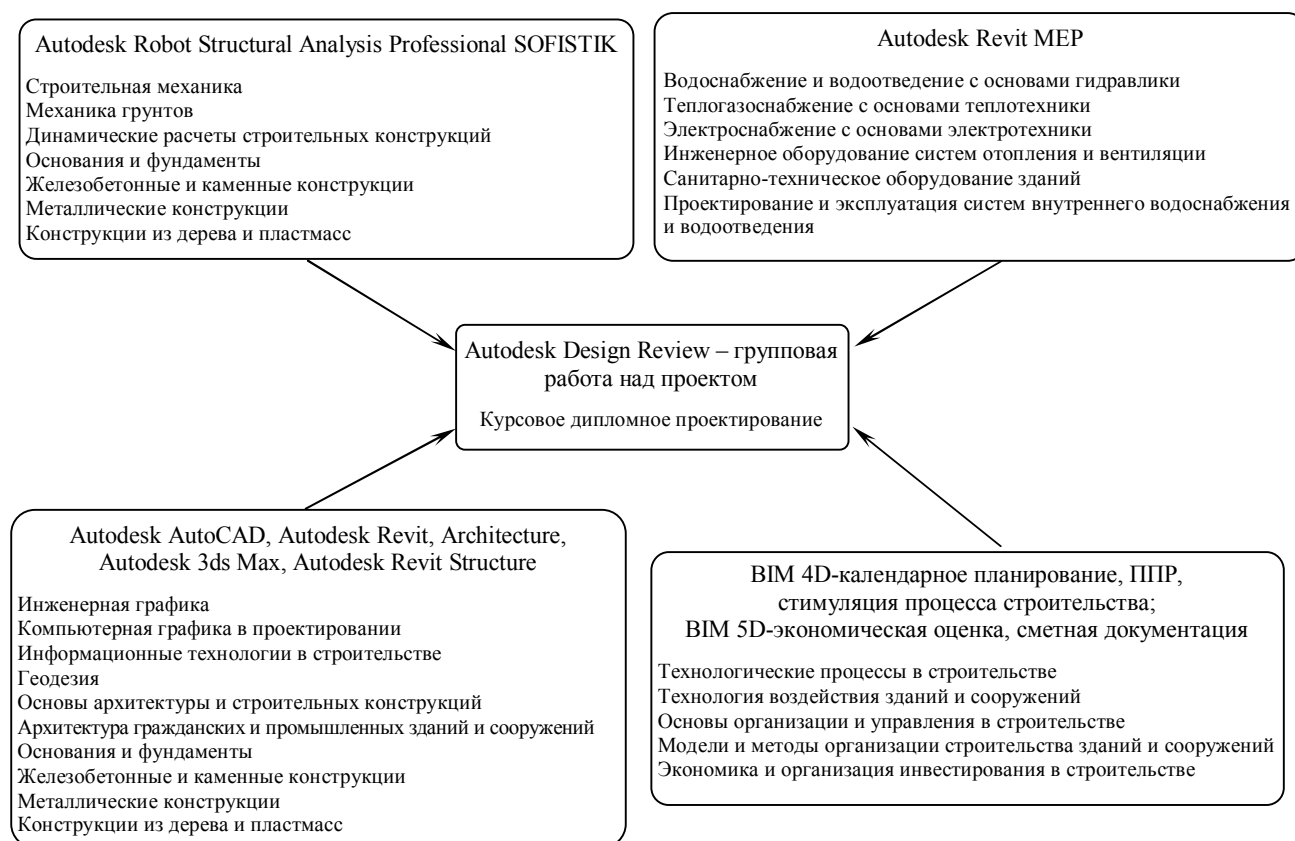


Рис.4. Концепция внедрения BIM-технологий в учебный процесс

При выполнении сквозного курсового задания от объемно-планировочного решения здания до проекта организации его строительства с использованием BIM-технологий есть все основания полагать, что студент не только получит глубокие теоретические знания по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, но и существенно их проработает и закрепит, поскольку будет мотивирован получить на профессиональном уровне не только навыки работы с современными программными продуктами, но и получить целостное представление о многоэтапном проектировании и неразрывной взаимосвязи всех интеллектуальных технических элементов здания (конструкции и материалы, сети, машины и механизмы и др.), а также получит навыки работы «в команде». Таким же может быть подход и к дипломному проектированию.

Опыт внедрения BIM-технологий в Санкт-Петербургском горном университете. В Санкт-Петербургском горном университете в рамках изучения дисциплин «Инженерная графика», «Компьютерная графика в проектировании» студенты, обучающиеся по направлению 08.03.01 «Строительство» (профиль «Промышленное и гражданское строительство»), получают базовые знания и навыки работы в Autodesk AutoCAD, позволяющем выполнять плоскостные архитектурно-строительные чертежи в соответствии с действующими стандартами.

Далее при изучении дисциплин «Архитектура гражданских и промышленных зданий и сооружений» и «Информационные технологии в строительстве» студенты получают возможность уверенно овладеть работой в Autodesk Revit Architecture, используя при этом максимально функционал программы, позволяющий выполнять проектирование от создания концептуальной модели здания до выпуска рабочей документации архитектурно-строительной части проекта. Система автоматизированного проектирования по технологии BIM позволяет визуализировать в 3D-формате любые элементы и системы здания, рассчитывать различные варианты их компоновки, а также приводить их в соответствие с действующими нормами и стандартами, производить анализ эксплуатационных характеристик будущих зданий, упрощая выбор оптимального решения (рис.5-7).

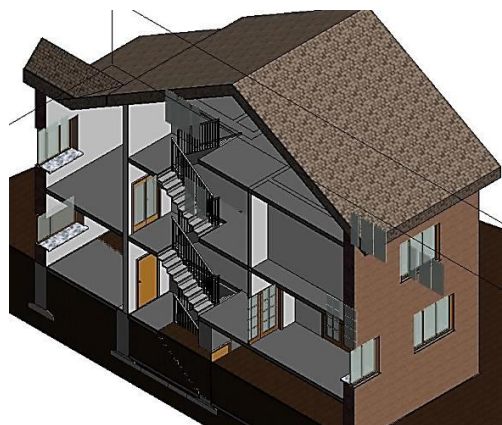


Рис.5. Создание модели здания



Рис.6. Визуализация объекта

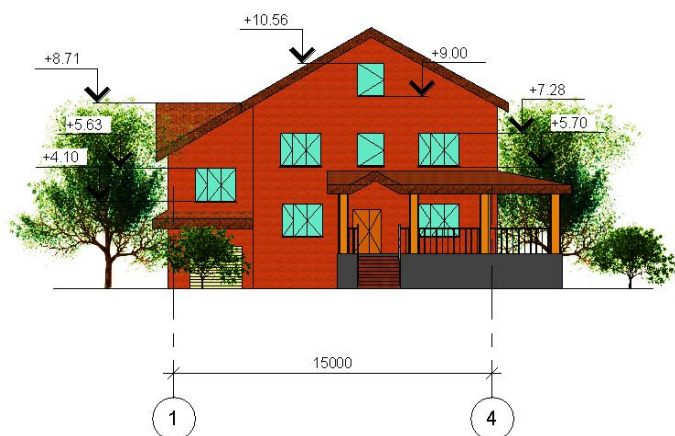
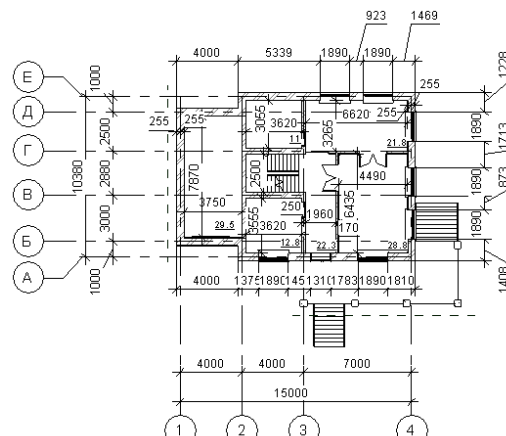


Рис.7. Создание рабочей документации

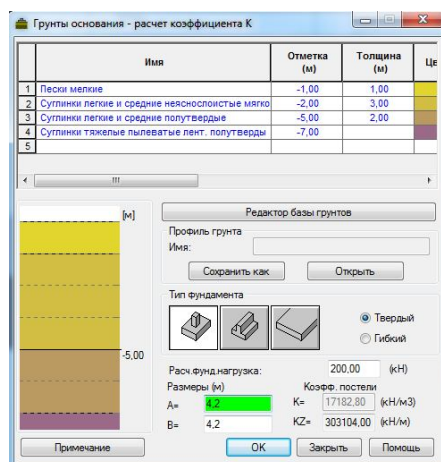
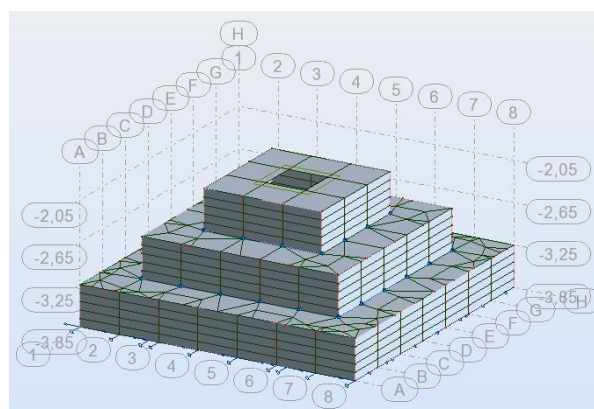


Рис.8. Проектирование и конструирование фундамента

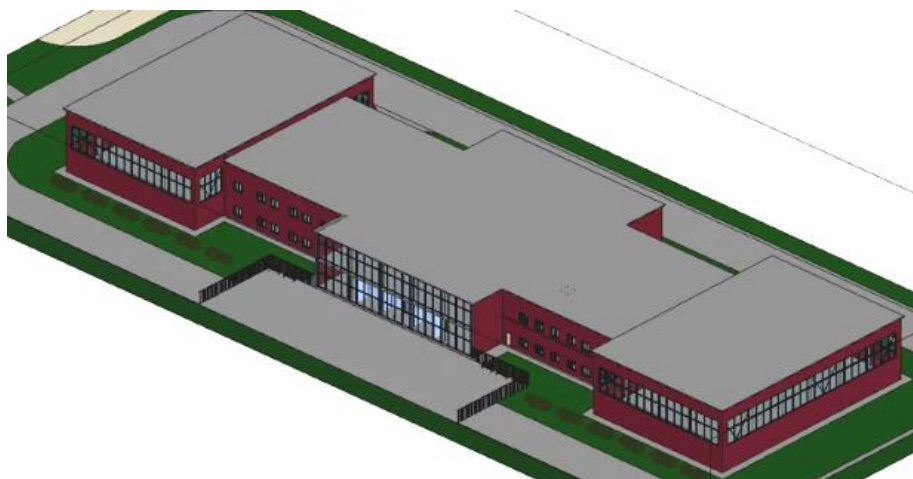


Рис.9. Модель реконструкции детской спортивной школы (г. Пушкин) – ВКР К.С.Папушиной

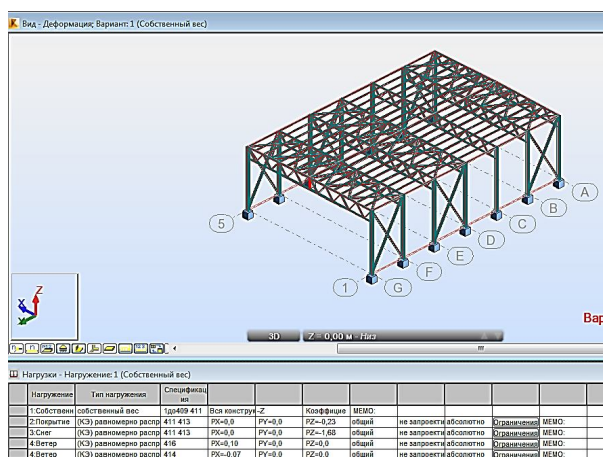
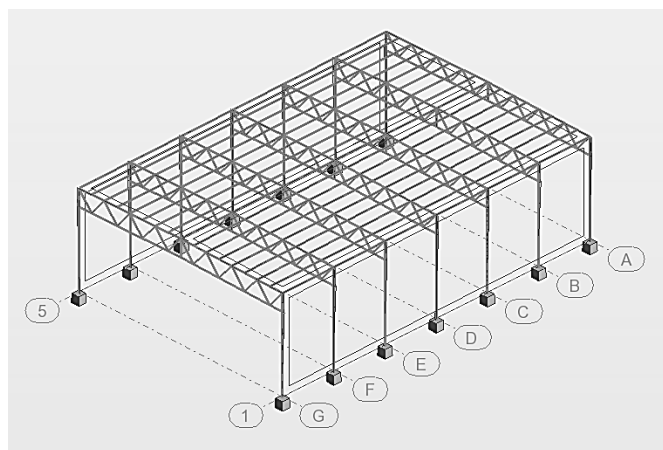


Рис.10. Создание аналитической модели металлического каркаса пристраиваемых спортивных залов и результаты оптимизации параметров профилей «опасных стержней» (Autodesk Robot Professional) – ВКР К.С.Папушиной

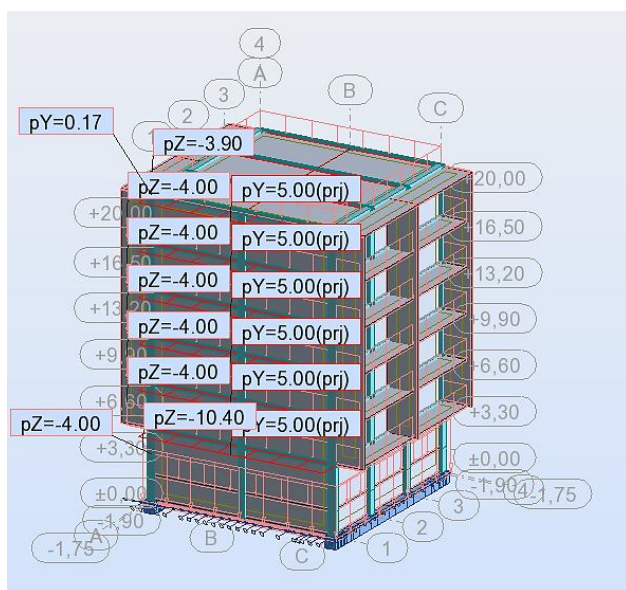
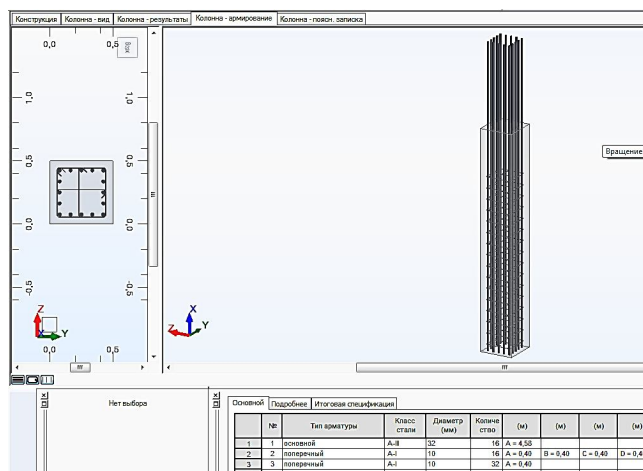


Рис.11. Аналитическая модель многоэтажного жилого дома (г. Геленджик) и предложение по армированию монолитной железобетонной колонны на основании аналитической модели (Autodesk Robot Professional) – ВКР А.С.Майдеросовой



Поскольку Autodesk Revit позволяет работать с объектом на всех этапах его жизненного цикла, то при изучении последующих специальных и профессиональных дисциплин, таких как «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции», «Санитарно-техническое оборудование зданий» и др., можно рекомендовать использовать программы Autodesk Revit Structure, Autodesk Revit MEP, Autodesk Robot Structural Analysis Professional и SOFiSTiK, которыми располагает выпускающая кафедра.

В 2016 г. выпускники направления 08.03.01 «Строительство» вполне уверенно показали членам государственной аттестационной комиссии свои навыки работы с применением BIM-технологий в ходе дипломного проектирования. Выпускные квалификационные работы (ВКР) были выполнены от эскизного (концептуального) замысла строительного объекта до конструирования строительных конструкций с использованием Autodesk Revit Architecture и Autodesk Robot Structural Analysis Professional (рис.8-11).

Выводы

1. Для создания конкурентоспособной строительной отрасли, формирующей безопасную и комфортную среду жизни и деятельности граждан, способствующую укреплению национальной безопасности и пространственного развития Российской Федерации, необходимо в приоритетном порядке решать задачу развития кадрового потенциала.
2. Для обеспечения строительной отрасли России востребованности в технических кадрах высшей квалификации необходима модернизация содержания и технологий высшего образования, которые должны быть ориентированы на интеграцию дисциплин и результативность каждой стадии образовательного процесса, в частности, в процессе проектной подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» предлагается внедрять практико-ориентированное сквозное курсовое и дипломное проектирование с использованием BIM- технологий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бузырев В.В. Экономика строительства. СПб: Питер, 2009. 416 с.
2. Вербицкий А.А. Качество подготовки специалиста в контекстном образовании // Актуальные вопросы обеспечения качества подготовки специалистов в профессиональных образовательных организациях: Материалы XVII Всерос. науч.-практ. конф. / Воронежский промышленно-гуманитарный колледж. Воронеж, 2016. Ч. 1. С. 3-11.
3. Вербицкий А.А. Качество подготовки специалиста в контексте компетентного подхода // Муниципальное образование: инновации и эксперимент. 2009. № 4. С. 3-5.
4. Вести. Экономика 17.05.2016 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vestifinance.ru/articles/7090> (Дата обращения 01.04.2017).
5. Голдобина Л.А. Совершенствование подготовки инженерных кадров путем внедрения информационно-коммуникационных технологий в образовательный процесс // Современное образование: содержание, технологии, качество: Материалы 20-й Междунар. научно-методической конференции, 23 апреля 2014 г. / ЛЭТИ. СПб, 2014. Т. 1. С. 210-212.
6. Голдобина Л.А. Совершенствование графической подготовки инженерных кадров путем внедрения новых систем автоматизированного проектирования в учебный процесс // VIII Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука, инновации в XXI веке», 24-25 октября 2014 г. / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2014. С. 46-50.
7. Голдобина Л.А. Использование BIM-технологий при подготовке инженерных кадров по направлению 270800 «Строительство» // Перспективы развития информационных технологий: Сборник материалов XVII Междунар. научно-практической конференции, 20 марта 2015 г. / Под общ. ред. С.С. Чернова. Новосибирск: Изд-во ЦРНС, 2015. С. 115-121.
8. Голдобина Л.А. Использование BIM-технологий при создании цикла проектно-конструкторской подготовки студентов бакалавриата по направлению 270800 «Строительство» / Л.А.Голдобина, М.Г.Глухова, К.Е.Стуликова // Современные образовательные технологии в преподавании естественно-научных и гуманитарных дисциплин: Сборник научных трудов II Международной научно-методической конференции, 09-10 апреля 2015 г. / Национальный минерально-сырьевой университет «Горный». СПб, 2015. С. 341-347.
9. Захаров К. Технологии BIM для всех стадий жизненного цикла объекта капитального строительства. М.: Autodesk. 33 с.
10. Кульгина Л.А. Междисциплинарная интеграция в курсовом проектировании при подготовке бакалавров строительного направления: Автореф. дис. ... канд. пед. наук / Забайкальский государственный университет. Чита, 2014. 24 с.
11. Проект. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации на период до 2030 года / Минстрой России. М., 2016. 63 с.
12. Попов В. Профессионализм, надежность, качество. BIM-информационная модель здания: пора или не пора. М.: Autodesk. 120 с.



13. Приказ Минстроя России от 29.12.2014 г., № 926/пр. «План поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства в проектировании» / Минстрой России. М., 2014. Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prkaz-926pr.pdf> (Дата обращения 01.04.2017).
14. Проектирование, строительство, эксплуатация. Информационное моделирование объектов промышленного и гражданского строительства. М.: Autodesk. 58 с.
15. Стратегия инновационного развития строительной отрасли [Электронный ресурс] / Минстрой России. М., 2016. Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/press/strategiya-innovatsionnogo-razvitiya-stroitelnoy-otrasli-budet-predstavlena-na-rassmotrenie-v-pravit/> (Дата обращения 01.04.2017).
16. Стратегия инновационного развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года / Минстрой. М., 2015. 42 с.
17. ВІМ-технології. Применение ВІМ-технологий [Электронный ресурс]. Ульяновск: Строительная компания «ПСК Твой дом», 2017. Режим доступа: <http://www.psktd.ru/bim> (Дата обращения 01.04.2017).
18. Услуги. Проектирование. Информационное моделирование зданий (ВІМ) [Электронный ресурс] / Спектрум – группа компаний. М., 2017. Режим доступа: <http://www.spectrum-group.ru/services/building-information-modeling/> (Дата обращения 01.04.2017).

Авторы: Л.А.Голдобина, д-р техн. наук, профессор, kaf-sgr@mail.ru (Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия), П.С.Орлов, д-р техн. наук, профессор, p.orlov@yarcx.ru (Ярославская государственная сельскохозяйственная академия, Ярославль, Россия).

Статья принята к публикации 02.11.2016.