

ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ БАКАЛАВРОВ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

М.В. Тарасов

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Для повышения качества проектирования и строительства необходимо использование современных технологий информационного моделирования зданий (BIM-технологий). Применение BIM-технологий инициируется как участниками строительной отрасли, так и органами государственной власти. Для успешного внедрения технологий информационного моделирования зданий необходима подготовка квалифицированных специалистов в данной сфере. Целью данного исследования является разработка методического замысла по освоению студентами технологий информационного моделирования зданий. На основании образовательного и профессионального стандартов приняты необходимые компетенции, трудовые функции, трудовые действия, знания, умения и навыки, связанные с проектированием и информационным моделированием зданий, которые должны быть освоены студентами в процессе образования. Спроектированы целевой, содержательный, процессуальный, результативно-оценочно-корректировочный компоненты образовательного процесса. Произведен выбор учебных дисциплин, на которых формируются компетенции, знания, умения, навыки. Предложен междисциплинарный подход в освоении технологий информационного моделирования зданий. Приведено содержание образования для освоения знаний, умений и навыков. Предусматривается совместное выполнение курсовых и самостоятельных работ в рамках нескольких дисциплин с использованием BIM-технологий. Предложены методы учебно-педагогического взаимодействия, планы лекционных и практических занятий, самостоятельной работы студентов, а также возможность применения полученных знаний на производственной практике. Сформированы критерии оценки деятельности студентов при освоении инструментов информационного моделирования.

Результаты исследования могут использоваться для разработки рабочих программ дисциплин по информационному моделированию зданий.

Ключевые слова: информационное моделирование зданий, BIM-технологии, подготовка специалистов в сфере информационного моделирования зданий, разработка проектной документации, компетенции, трудовые действия, методический замысел.

Обоснование актуальности проблемы.

Внедрение современных технологий в данный момент происходит во многих сферах деятельности человека. В настоящее время проектная документация на объекты капитального строительства разрабатывается с использованием компьютерных технологий.

В университетах в рамках дисциплины «Инженерная графика» на строительных специальностях рассматривается программа Autodesk AutoCAD, в которой для целей архитектурно-строительного проектирования используются в основном двухмерные технологии проектирования [4]. При двухмерном проектировании разрабатываются отдельные чертежи на отдельные конструкции и инженерные системы здания. Информация об элементах здания распределена по разным чер-

тежам различных разделов проектной документации на объект. Кроме того, элементы здания являются просто совокупностью линий, а зачастую изображаются не по их реальным размерам, а в виде условных обозначений (особенно это актуально для чертежей инженерных сетей здания). Это приводит к множеству несоответствий, так как не всегда возможно обнаружить нестыковки даже внутри одного раздела проектной документации. Решением этой проблемы может быть использование технологий информационного моделирования зданий (от английского Building Information Modeling, сокращенно BIM).

Информационная модель здания – это предназначенная для решения конкретных задач и пригодная для компьютерной обработки структурированная информация о строитель-

ном объекте, нужным образом скоординированная, согласованная и взаимосвязанная, имеющая геометрическую привязку, пригодная для расчетов и количественного анализа, допускающая необходимые обновления [9].

В данной работе использование BIM-технологий рассматривается на примере программного комплекса Autodesk Revit. Данный программный комплекс является наиболее распространенным и доступным, кроме того, он является универсальным (позволяет разрабатывать в единой среде как архитектурные и конструктивные решения здания, так и системы инженерно-технического обеспечения) [8].

Программный комплекс Revit позволяет создавать скоординированную трехмерную модель здания и инженерных систем, элементы модели являются взаимосвязанными и содержат в себе множество параметров. Программный комплекс предусматривает совместную работу над одной моделью нескольких пользователей, а также взаимодействие с другими приложениями. Кроме того, непосредственно из модели здания проектировщик получает рабочие чертежи и спецификации материалов, элементов и оборудования здания. Рассмотренные принципы позволяют минимизировать ошибки, возникающие при разработке проектной и рабочей документации на объект [6].

Внедрение технологий информационного моделирования зданий требует подготовки квалифицированных кадров в этой области. На данный момент лишь малая часть вузов включает в учебный процесс студентов BIM-технологии [1].

Целью данного исследования является разработка методического замысла внедрения технологий информационного моделирования зданий в учебный процесс бакалавров направления «Строительство».

В рамках данного исследования рассматривается профиль образовательной программы «Промышленное и гражданское строительство».

Основы информационного моделирования зданий (BIM) обсуждаются уже более 30 лет [2]. Применение BIM-технологий в России первоначально происходило в основном вследствие интереса частных организаций. Большое влияние на внедрение технологий оказал А. Высоцкий, который более 8 лет проводит обучение сотрудников коммерческих организаций, студентов СПбСТУ, а так-

же публикует множество обучающих видеокурсов по программному комплексу Revit в сети Интернет [17].

На государственном уровне официальное обсуждение применения BIM-технологий началось в 2014 году, необходимость их использования отмечалась Президентом и Правительством Российской Федерации [10, 11, 13].

Необходимость внедрения информационного моделирования зданий связана со стремлением сократить количество ошибок при разработке проектной документации, сократить сроки на разработку и внесение оперативных изменений в проектную документацию, повысить эффективность работы проектных организаций и, как следствие, оптимизировать затраты на проектирование и строительство зданий.

Для полноценного перехода строительной отрасли к новым технологиям необходима подготовка квалифицированных специалистов в сфере информационного моделирования зданий. Но, несмотря на необходимость внедрения BIM-технологий, требования к их освоению в явном виде не включены в Федеральный государственный образовательный стандарт по направлению «Строительство» (далее ФГОС) [16], не разработаны единые рабочие программы дисциплин, позволяющие студентам осваивать необходимые компетенции в этой сфере, учебная литература по информационному моделированию зданий в свободном доступе встречается крайне редко.

Существуют исследования, в которых описывается внедрение BIM-технологий в различных вузах [3, 7, 14]. Предлагаются в том числе междисциплинарные формы изучения, а также проектное комплексное обучение с привлечением студентов различных специальностей. При этом обозначены сложности в администрировании учебного процесса при привлечении студентов разных направлений подготовки. Поэтому на первом этапе необходима качественная проработка программы обучения BIM-технологиям студентов конкретных направлений с учетом их специфики работы.

В связи с этим необходима разработка методического замысла по освоению студентами BIM-технологий. При этом необходимо не просто научить студентов пользоваться инструментами программного комплекса, но и на междисциплинарном уровне продемонстрировать применение технологий в реше-

нии конкретных задач в области проектирования.

Требования образовательных и профессиональных стандартов. Федеральным государственным образовательным стандартом (ФГОС) высшего образования бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» [16] установлены области и (или) сферы профессиональной деятельности выпускников и типы задач профессиональной деятельности, к решению которых необходимо готовить выпускников.

В соответствии с обозначенной темой рассматриваются компетенции, связанные с проектированием объектов капитального строительства.

Изучение технологий информационного моделирования формирует следующие общепрофессиональные компетенции выпускника: ОПК-2 – способность вести обработку, анализ и представление информации в профессиональной деятельности с использованием информационных и компьютерных технологий; ОПК-6 – способность участвовать в проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства, в подготовке расчетного и технико-экономического обоснований их проектов, участвовать в подготовке проектной документации, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и вычислительных программных комплексов.

В соответствии с ФГОС при определении профессиональных компетенций образовательная организация должна ориентироваться на профессиональные стандарты. В данной работе рассматривается профессиональный стандарт 10.003 «Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности» [12].

Проектирование и информационное моделирование объектов строительства соответствует обобщенной трудовой функции профессионального стандарта «В. Разработка проектной продукции по результатам инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности». Трудовая функция – В/02.6 Моделирование и расчетный анализ для проектных целей и обоснования надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности. Трудовые действия: определение параметров имитационного информационного моделирования; моделирование свойств элементов объекта;

документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме.

Необходимые знания: системы и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, инженерных систем, применяемых материалов, изделий и конструкций, оборудования и технологических линий; средства информационно-коммуникационных технологий, в том числе средства автоматизации деятельности, включая автоматизированные информационные системы, в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности; руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности.

Необходимые умения: определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей; определять параметры имитационного информационного моделирования; моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности; использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности; оформлять документацию для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в соответствии с установленными требованиями.

В результате изучения технологий информационного моделирования формируются следующие навыки: создание моделей отдельных элементов; информационное моделирование зданий; редактирование информационных моделей; извлечение информации из BIM-моделей; редактирование и оформление рабочих чертежей архитектурных и конструктивных решений.

Освоение приведенных выше компетенций, трудовых действий, знаний, умений и навыков производится в результате изучения учебных дисциплин и прохождения практик.

Место информационного моделирования зданий в образовательной программе. Обозначенные компетенции и знания, умения, навыки формируются у бакалавров профиля «Промышленное и гражданское строительство» при совместном изучении следующих учебных дисциплин: инженерная графика; архитектура гражданских и промышленных зданий; автоматизированные системы разработки проектной документации; железобетонные и каменные конструкции; конструкции из дерева и пластмасс; программные комплексы проектирования зданий; металлические конструкции; основания и фундаменты [15].

Освоение непосредственно средств информационного моделирования предполагается в рамках дисциплин «Автоматизированные системы разработки проектной документации» (изучается в 4-м семестре) и «Программные комплексы проектирования зданий» (изучается в 6-м семестре).

Предшествующей дисциплиной для изучения технологий информационного моделирования является «Инженерная графика» (изучается во 2-м семестре). В рамках данной дисциплины студенты осваивают требования национальных стандартов (ГОСТов) к конструкторской и проектной документации (ЕСКД, СПДС). Студенты приобретают навыки выполнения и редактирования архитектурно-строительных чертежей с использованием программного комплекса AutoCAD, это позволяет студентам проще осваивать инструменты Revit в связи со схожестью некоторых операций и интерфейса.

При изучении «Архитектуры гражданских и промышленных зданий» (в 4-м и 5-м семестрах) студенты осваивают основы архитектурно-конструктивного проектирования зданий, изучают схемы объемно-планировочных решений и конструктивные элементы зданий. Программой дисциплины предусмотрены курсовые и самостоятельные работы студента по темам «Двухэтажное общественное здание», «Жилой дом» и «Промышленное здание».

В дисциплинах «Железобетонные и каменные конструкции» (в 6-м и 7-м семестрах), «Конструкции из дерева и пластмасс» (в 6-м семестре), «Металлические конструкции» (в 7-м и 8-м семестрах) и «Основания и фундаменты» (в 7-м семестре) изучаются методы расчета и конструирования соответствующих строительных конструкций. Программами дисциплин предусмотрены курсовые и

самостоятельные работы студентов, включающие в себя разработку рабочих чертежей строительных конструкций.

Методический замысел по освоению студентами технологий информационного моделирования предусматривает использование BIM-технологий при выполнении самостоятельных и курсовых работ (проектов) по обозначенным дисциплинам.

Образовательный процесс по освоению BIM-технологий включает следующие компоненты: целевой; содержательный; процессуальный; результативно-оценочно-корректировочный [5].

Цель образовательного процесса. Целью образовательного процесса по внедрению технологий информационного моделирования является обучение студентов проектированию зданий с использованием BIM-технологий, формирование у студентов соответствующих знаний, умений, навыков.

Содержание образования. Освоение технологий информационного моделирования предусматривает изучение ряда укрупненных разделов.

1. Нормативно-технические документы в области информационного моделирования зданий, программные комплексы, реализующие BIM-технологии.

2. Введение в Revit и пользовательский интерфейс.

3. Создание и редактирование семейств Revit.

4. Моделирование элементов здания стандартными средствами.

5. Создание и редактирование спецификаций помещений, элементов, материалов.

6. Оформление видов и листов с готовыми чертежами.

7. Моделирование несущих конструкций здания, создание и редактирование аналитической модели здания.

8. Создание сложных параметрических семейств несущих конструкций.

Разделы 1–6 изучаются в рамках дисциплины «Автоматизированные системы разработки проектной документации». Изучение дисциплины производится параллельно с первым семестром изучения «Архитектуры гражданских и промышленных зданий». За счет совместного изучения архитектуры и BIM-технологий параллельно рассматривается проектирование и информационное моделирование элементов зданий, предусмотрена совместная работа над курсовой (самостоя-

тельной) работой по архитектуре 2-этажного общественного здания совместно на двух дисциплинах с построением информационной модели здания в Revit с автоматическим извлечением из нее чертежей. На рис. 1 для примера приведены трехмерное изображение BIM-модели и извлеченный план этажа.

В дальнейшем в 5-м семестре обучения студенты могут продолжить освоение BIM-технологий при выполнении курсовых (самостоятельных) работ «Жилой дом» и «Промышленное здание» по дисциплине «Архитектура гражданских и промышленных зданий».

Разделы 7 и 8 изучаются в рамках дисциплины «Программные комплексы проектирования зданий». Параллельно в 6-м семестре обучения студенты осваивают дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» и «Конструкции из дерева и пластмасс».

В курсе «Железобетонные и каменные конструкции» предусмотрены самостоятельные работы (включающие графическую часть) по расчету и конструированию монолитного ребристого перекрытия и сборной плиты перекрытия. Разработка графической части самостоятельной работы предусматривается совместно с использованием BIM-технологий. Для этого в разделах 7 и 8 рассматриваются инструменты армирования монолитных и создания семейств сборных железобетонных конструкций (пример приведен на рис. 2).

Инструменты моделирования деревянных и стальных конструкций, а также фундаментов могут использоваться в дальнейшем при выполнении работ по соответствующим дисциплинам в 6–7-м семестрах обучения, а также на дипломном проектировании.

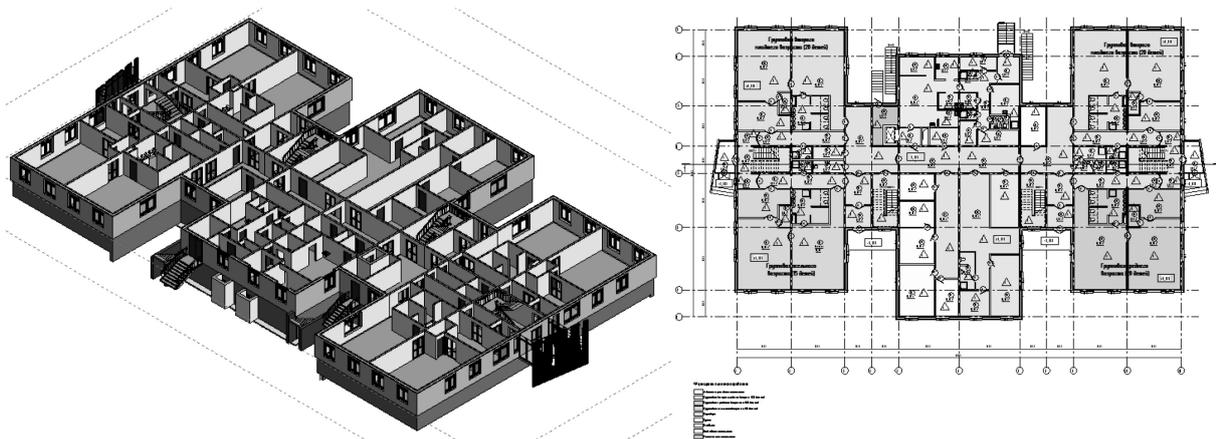


Рис. 1. Трехмерное изображение модели здания и план этажа в Revit

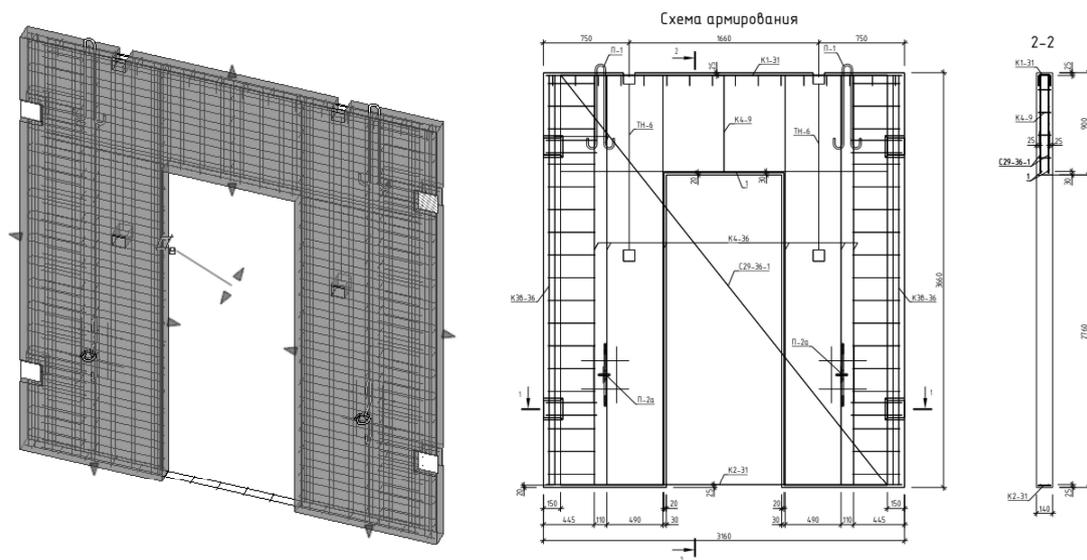


Рис. 2. Трехмерное изображение модели и схемы армирования сборной диафрагмы жесткости в Revit

Вопросы инженерного образования

Изучение дисциплины производится с использованием следующих ресурсов: нормативные документы (национальные стандарты и своды правил); учебные пособия [2, 6, 9]; интернет-ресурсы [17].

Методы и формы учебно-педагогического взаимодействия. При изучении BIM-технологий используются различные методы [5].

1. Методы организации и осуществления учебной деятельности: словесные (рассмотрение теории и инструментов моделирования производится на лекциях); наглядные (аудитории демонстрируется использование функций программы); практические (на практических занятиях студенты выполняют задания по построению информационной модели здания); гностические (рассматриваются вопросы моделирования нетиповых конструкций, для которых нет готовых инструментов; постановка на практических занятиях отдельных задач, не рассмотренных на лекционных занятиях, для вовлечения студентов в самостоятельный поиск решения проблемы); самоуправление учебными действиями (самостоятельная работа студентов над проектом гражданского здания).

2. Методы стимулирования и мотивации учения (анализ конкретных ситуаций; разъяснение значимости технологий информационного моделирования в будущей профессии студентов; предъявление требований к получению зачета по дисциплине).

3. Методы контроля и самоконтроля (устный контроль текущих знаний, электронное тестирование по темам для самостоятельного изучения, итоговый устный и письменный контроль).

Предусмотрены следующие организационные формы образовательного процесса: лекции, практические занятия, самостоятельная работа, производственная практика.

Дисциплины «Автоматизированные системы разработки проектной документации» и «Программные комплексы проектирования зданий» объемом 3 зачетные единицы каждая включают по 48 аудиторных часов и 60 часов самостоятельной работы студентов.

На лекционные занятия отводится по 16 часов в рамках каждой дисциплины. План лекционных занятий приведен в табл. 1.

На раздел 1 предусмотрен один академический час, так как на лекциях излагается

Таблица 1

План лекций

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов	Дисциплина
1	1	Нормативно-технические документы в области информационного моделирования зданий. Программные комплексы, реализующие BIM-технологии	1	АСРПД
2	2	Введение в Revit, интерфейс программы	1	АСРПД
3	3	Семейства элементов в AutodeskRevit: типы и категории семейств, параметры семейств	1	АСРПД
4	3	Семейства элементов в AutodeskRevit: создание и редактирование семейств аннотативных обозначений	1	АСРПД
5	3	Семейства элементов в AutodeskRevit: создание и редактирование геометрии семейств, семейства архитектурных объектов	2	АСРПД
6	4	Моделирование элементов здания: оси, уровни, стены, колонны, балки, фундаменты	2	АСРПД
7	4	Моделирование элементов здания: перекрытия, крыша, лестницы	2	АСРПД
8	4	Моделирование элементов здания: окна, двери, проемы, помещения, зоны	2	АСРПД
9	5	Создание и редактирование спецификаций	2	АСРПД
10	6	Оформление строительных чертежей: аннотации, виды и листы	2	АСРПД
11	7	Моделирование стальных балочных площадок и ферм	2	ПКПЗ
12	7	Моделирование деревянных конструкций	2	ПКПЗ
13	7	Моделирование монолитных железобетонных колонн, балок, безбалочных перекрытий	2	ПКПЗ
14	7	Армирование монолитных железобетонных конструкций	2	ПКПЗ
15	7	Аналитическая модель здания	2	ПКПЗ
16	8	Создание параметрических семейств сборных железобетонных изделий	6	ПКПЗ

только основная информация, более детальное изучение предусматривается в рамках самостоятельной работы студентов.

Лекционные занятия проводятся в аудитории с проектором и мультимедийной системой для демонстрации рассматриваемых функций программного комплекса.

Освоение умений, применение полученных знаний и формирование навыков происходит в основном на практических занятиях. На практических занятиях студенты выполняют упражнения по информационному моделированию зданий в Revit, производится имитация трудовой деятельности.

На практические занятия отводится по 32 часа в рамках каждой дисциплины. План практических занятий приведен в табл. 2.

Разделы 1 и 2 не рассматриваются на практических занятиях, так как основаны на теоретическом материале.

План практических занятий построен с учетом необходимости студентов закончить выполнение самостоятельных (курсовых)

работ, выполняемых совместно с дисциплинами «Архитектура гражданских и промышленных зданий» и «Железобетонные и каменные конструкции», до окончания учебного курса, раздел 3 частично перенесен в конец семестра, чтобы в первую очередь рассмотреть вопросы моделирования и оформления чертежей здания.

Практические занятия проводятся в компьютерном классе с персональными компьютерами для обучающихся и компьютером с проектором и мультимедийной системой для преподавателя для демонстрации методики выполнения упражнений.

На самостоятельную работу студента отводится по 60 часов на каждой дисциплине. При выполнении самостоятельной работы студенты изучают как теоретические разделы дисциплины (усваивают знания), так и выполняют практические задания (формируют умения и навыки). Самостоятельная работа студента сопровождается консультациями преподавателя.

Таблица 2

План практических занятий

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия	Кол-во часов	Дисциплина
1	3	Создание семейств марок и выносок, компонентов узлов	2	АСРПД
2	3	Редактирование семейств, создание параметров семейств элементов	2	АСРПД
3	4	Моделирование гражданского здания и его элементов	14	АСРПД
4	5	Создание и редактирование спецификаций: помещений, материалов, оформление спецификации	4	АСРПД
5	6	Оформление чертежных видов: расстановка размеров, уровней, маркировка элементов, настройка видимости	4	АСРПД
6	6	Оформление листов, печать и экспорт чертежей	2	АСРПД
7	3	Создание семейств геометрических тел	2	АСРПД
8	3	Создание семейств архитектурно-строительных элементов (окна, двери, столбчатый фундамент, отверстие)	2	АСРПД
9	7	Моделирование стальной балочной площадки, моделирование чертежей и спецификаций КМ	3	ПКПЗ
10	7	Моделирование стальной фермы, оформление чертежей и спецификаций КМ	3	ПКПЗ
11	7	Моделирование деревянной стропильной крыши	4	ПКПЗ
12	7	Моделирование и армирование железобетонного столбчатого фундамента	3	ПКПЗ
13	7	Моделирование и армирование железобетонной колонны	4	ПКПЗ
14	7	Моделирование и армирование монолитного железобетонного ребристого перекрытия	5	ПКПЗ
15	8	Создание семейств арматурных изделий	4	ПКПЗ
16	8	Создание семейства сборной железобетонной плиты	2	ПКПЗ
17	8	Создание семейства сборного железобетонного ригеля	2	ПКПЗ
18	8	Создание семейства сборной железобетонной диафрагмы жесткости	2	ПКПЗ

В качестве самостоятельной работы студента предусматривается выполнение следующих заданий:

1) изучение действующей нормативно-технической документации в сфере BIM-технологий, изучение теории информационного моделирования, рассмотрение программных комплексов для BIM-моделирования (4-й семестр);

2) моделирование и разработка чертежей гражданского здания графической части самостоятельной работы по дисциплине «Архитектура гражданских и промышленных зданий» (4-й семестр);

3) моделирование и разработка чертежей монолитного ребристого перекрытия графической части самостоятельной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» (6-й семестр);

4) моделирование и разработка чертежей сборной плиты перекрытия графической части самостоятельной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» (6-й семестр).

Для подготовки к будущей производственной деятельности студенты в процессе обучения в соответствии с учебным планом [15] проходят производственные и преддипломную практики (в 4, 6 и 8-й семестрах). Для освоения технологий информационного моделирования возможно направление студентов на практику в организации, использующие технологии информационного моделирования.

Оценка результатов и качества образования. Предусматриваются входящий, текущий и итоговый виды контроля. При входящем контроле оценивается освоение студентами знаний, умений, навыков из предшествующих дисциплин. На дисциплине «Автоматизированные системы разработки проектной документации» необходимо оценить владение студентами программным комплексом AutoCAD и знание основных требований к архитектурно-строительным чертежам, изучаемым на дисциплине «Инженерная графика». На дисциплине «Программные комплексы проектирования зданий» оцениваются знания, умения, навыки, полученные студентами при изучении дисциплин «Архитектура гражданских и промышленных зданий» и «Автоматизированные системы разработки проектной документации». Входящий контроль производится в письменном виде.

Текущий контроль позволяет оценить

освоение студентами материала курса. Текущий контроль производится на практических занятиях в виде устных опросов по теме соответствующей лекции и в виде самостоятельного выполнения отдельных упражнений. Также производится контроль освоения студентами материала смежных параллельно изучаемых дисциплин. Поскольку раздел 1 «Нормативно-технические документы в области информационного моделирования зданий, программные комплексы, реализующие BIM-технологии» практически полностью изучается в рамках самостоятельной работы студента, производится дополнительный контроль изучения путем компьютерного тестирования.

Итоговый контроль производится в виде зачета по соответствующей дисциплине в виде устного собеседования и проверки выполнения самостоятельных работ студента (гражданское здание, монолитное ребристое перекрытие, плита сборного железобетонного перекрытия).

Освоение необходимых знаний, умений, навыков проверяется путем опроса студента по лекционному материалу и в ходе выполнения самостоятельной работы. Производится проверка выполненных моделей и чертежей, дополнительно дается практическое задание на редактирование и (или) дополнение модели для проверки освоения студентом навыков практической работы. При успешном прохождении итогового контроля студент получает отметку «зачтено».

Заключение. В данной статье разработан проект методического замысла по внедрению технологий информационного моделирования зданий в учебный процесс бакалавров по направлению «Строительство» на примере профиля образовательной программы «Промышленное и гражданское строительство». Рассмотрены все компоненты образовательного процесса, предложено содержание курсов, методы и формы учебно-педагогического взаимодействия, а также оценка результатов и качества образования. Проект методического замысла предполагает междисциплинарное взаимодействие при освоении технологий информационного моделирования. Подобраны необходимые разделы курсов, изучение которых способствует формированию знаний, умений и навыков, при этом предложены конкретные формы и методы учебно-педагогического взаимодействия, предложен план занятий и система оценивания работы студентов. Результаты исследования могут исполь-

зоваться для разработки рабочих программ дисциплин в сфере информационного моделирования зданий.

Литература

1. Букунов, А.С. Развитие процессов подготовки специалистов строительной сферы для применения информационного моделирования зданий в строительстве / А.С. Букунов // Молодежный научный форум: Технические и математические науки. Электрон. сб. ст. по материалам XLV студенческой междунар. заоч. науч.-практ. конф. – 2017. – № 5 (45). – С. 6–15.
2. Вандезанд, Дж. Autodesk Revit Architecture 2013–2014. Официальный учебный курс / Дж. Вандезанд, Ф. Рид, Э. Кригел. – М.: ДМК Пресс, 2013. – 328 с.
3. Голдобина, Л.А. Опыт внедрения BIM-технологий при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» / Л.А. Голдобина // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 217–222.
4. Компьютерная графика для строителей / А.Л. Хейфец, В.Н. Васильева, И.В. Буторина; под ред. А.Л. Хейфеца. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2015. – 198 с.
5. Котлярова, И.О. Педагогика высшей школы: учеб. пособие / И.О. Котлярова, Ю.В. Тягунова. – Челябинск: Издат. центр ЮУрГУ, 2012. – 129 с.
6. Ланцов, А.Л. Компьютерное проектирование зданий: REVIT 2015 / А.Л. Ланцов. – М.: Consistent Software Distribution; РИОР, 2014. – 664 с.
7. Лежнина, Ю.А. Разработка модуля «Информационное моделирование зданий» на основе компетентностного подхода / Ю.А. Лежнина // Известия КГАСУ. – 2017. – № 2 (40). – С. 322–330.
8. Перцева, А.Е. Особенности внедрения BIM-технологии в отечественные организации / А.Е. Перцева, А.А. Волкова, Н.С. Хижняк, Н.С. Астафьева // Науковедение. – 2017. – Т. 9, № 6.
9. Талапов, В.В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / В.В. Талапов. – М.: ДМК-пресс, 2015. – 410 с.
10. План деятельности Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период с 2016 по 2021 год. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_293775/ (дата обращения: 01.10.2018).
11. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 29 декабря 2014 г. № 926/пр «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства». – <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).
12. Профессиональный стандарт. Специалист в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности (утвержден приказом министра труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 декабря 2015 г. № 1167н). – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193668/6609dcab90b387f8e18d2827901795b77e7dddb0/ (дата обращения: 01.10.2018).
13. Решения по итогам заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по модернизации экономики и инновационному развитию России. – <http://government.ru/orders/selection/401/11022/> (дата обращения: 01.10.2018).
14. Семенов, А.А. Интеграция концепции BIM в учебный процесс строительных вузов / А.А. Семенов // BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры: материалы Всерос. науч.-практ. конф., 2018. – С. 207–211.
15. Учебный план основной образовательной программы по направлению подготовки: 08.03.01 Строительство. Профиль: Промышленное и гражданское строительство. – <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/94641402-591f-4926-8118-f574ca98b3eb.pdf> (дата обращения: 01.10.2018).
16. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 08.03.01 Строительство. – http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218855/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddd518/ (дата обращения: 01.10.2018).
17. Vysotskiy Consulting – BIM. – <https://bim.vc/company> (дата обращения: 01.10.2018).

Тарасов Максимилян Владимирович, аспирант кафедры «Строительные конструкции и сооружения», Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, tag-mv@bk.ru.

Поступила в редакцию 10 января 2019 г.

STUDY OF THE BUILDING INFORMATION MODELING TECHNOLOGIES IN THE EDUCATION PROCESS OF THE BACHELORS OF CONSTRUCTION

M.V. Tarasov, tar-mv@bk.ru

South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation, tarasov-mv@bk.ru

To improve the quality of education, it is necessary to use modern building information modeling technologies (BIM-technologies). The usage of BIM-technologies is initialized by the construction industry participants and the government bodies. For the successful implementation of the building information modeling technologies, it is necessary to train the qualified specialists in this area. The aim of this research is to create the methodical plan to teach students building information modeling technology. Based on the education and the professional standards the necessary competencies, employment functions, employment actions, knowledge, skills and abilities, related to the design and the building information modeling, which should be learned were determined. The article discusses the target, content, procedural and evaluation components of the education process. The academic subjects on which the competencies, knowledge, skills and abilities are formed were chosen. The interdisciplinary approach to the study of building information technologies were proposed. The education content was presented. The joint execution of the course and individual work in several academic subjects using BIM-technologies was planned. The methods of education and the pedagogical interaction, plans of lectures, practical lessons and individual work of students were presented. The evaluation criteria of students' works studying information modeling tools were formed. The results can be used for the development of elaborating programs for academic subjects on building information modeling.

Keywords: building information modeling, BIM-technologies, specialists learning in the field of the BIM-technologies, design of project documentation, competencies, employment actions, syllabus.

References

1. Bukunov A.S. [Development of the Processes of Training of Specialists in the Construction Sector for the Application of Building Information Modeling in Construction]. *Molodezhnyy nauchnyy forum: Tekhnicheskie i matematicheskie nauki. Elektronnyy sbornik statey po materialam XLV studentcheskoy mezhdunarodnoy zaochnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [Youth Scientific Forum: Technical and Mathematical Sciences. Electronic Proceedings of the XLV International Student Extramural Scientific-practical Conference]. 2017, no. 5 (45), pp. 6–15. (in Russ.)
2. Vandezand Dzh., Rid F., Krigel E. *Autodesk Revit Architecture 2013–2014. Ofitsial'nyy uchebnyy kurs* [Autodesk Revit Architecture 2013-2014. Official Training Guide]. Moscow, DMK Press Publ., 2013. 328 p.
3. Goldobina L.A. [Experience in the Implementation of BIM Technologies in the Preparation of Bachelors in the Direction 08.03.01 “Construction”]. *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [BIM-Modeling in Construction and Architecture: Materials of the Russian Scientific-practical Conference]. 2018, pp. 217–222. (in Russ.)
4. Kheyfets A.L., Vasil'eva V.N., Butorina I.V. *Komp'yuternaya grafika dlya stroiteley* [Computer Graphics for Constructors]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2015. 198 p.
5. Kotlyarova I.O., Tyagunova Yu.V. *Pedagogika vysshey shkoly* [Pedagogy of Higher Education]. Chelyabinsk, South Ural St. Univ. Publ., 2012. 129 p.
6. Lantsov A.L. *Komp'yuternoe proektirovanie zdaniy: REVIT 2015* [Computer Design of Buildings: REVIT 2015]. Moscow, Consistent Software Distribution Publ., RIOR Publ., 2014. 664 p.
7. Lezhnina Yu.A. [Development of the Module “Building Information Modeling” Based on the Competence Approach]. *News of the KSUAE*, 2017, no. 2 (40), pp. 322–330. (in Russ.)
8. Pertseva A.E. [The Particular of BIM-technology Implementation in Domestic Organizations]. *Science Studies*, 2017, vol. 9, no. 6. (in Russ.).

9. Talapov V.V. *Tekhnologiya BIM: sut' i osnovy vnedreniya informatsionnogo modelirovaniya zdaniy* [BIM Technology: Essence and Basics of Building Information Modeling Implementation]. Moscow, DMK-press Publ., 2015. 410 p.

10. *Plan deyatel'nosti Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii na period s 2016 po 2021 god* [Activity Plan of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation for the Period from 2016 to 2021]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_293775/ (accessed 01.10.2018).

11. *Prikaz Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva Rossiyskoy Federatsii ot 29 dekabrya 2014 g. № 926/pr "Ob utverzhdenii Plana poetapnogo vnedreniya tekhnologiy informatsionnogo modelirovaniya v oblasti promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva"*. [The Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation of December 29, 2014 No. 926 / PR "On Approval of the Plan for the Phased Implementation of Information Modeling Technologies in the Field of Industrial and Civil Construction"]. Available at: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf> (accessed 01.10.2018).

12. *Professional'nyy standart. Spetsialist v oblasti inzhenerno-tekhnicheskogo proektirovaniya dlya gradostroitel'noy deyatel'nosti (utverzhden prikazom Ministra truda i sotsial'noy zashchity Rossiyskoy Federatsii ot 28 dekabrya 2015 g. № 1167n)* [Professional Standard. Specialist in the Field of Engineering Design for Urban Planning (Approved by Order of the Minister of Labor and Social Protection of the Russian Federation of December 28, 2015 No. 1167n)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_193668/6609dcab90b387f8e18d2827901795b77e7ddeb0/ (accessed 01.10.2018).

13. *Resheniya po itogam zasedaniya prezidiuma Soveta pri Prezidente Rossiyskoy Federatsii po modernizatsii ekonomiki i innovatsionnomu razvitiyu Rossii* [Decisions on the Results of the Meeting of the Presidium of the Presidential Council on Economic Modernization and Innovative Development of Russia]. Available at: <http://government.ru/orders/selection/401/11022/> (accessed 01.10.2018).

14. Semenov A.A. [The Integration of the Concept of BIM in the Educational Process of Building Schools]. *BIM-modelirovanie v zadachakh stroitel'stva i arkhitektury: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* [BIM-modeling in Construction and Architecture: Materials of the Russian Scientific-practical Conference]. 2018, pp. 207–211. (in Russ.)

15. *Uchebnyy plan osnovnoy obrazovatel'noy programmy po napravleniyu podgotovki: 08.03.01 Stroitel'stvo. Profil': Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo* [The Curriculum of the Basic Educational Program in the Direction of Training: 08.03.01 Construction. Profile: Industrial and Civil Construction]. Available at: <https://www.susu.ru/sites/default/files/univeris/94641402-591f-4926-8118-f574ca98b3eb.pdf> (accessed 01.10.2018).

16. *Federal'nyy gosudarstvennyy obrazovatel'nyy standart vysshego obrazovaniya – bakalavriat po napravleniyu podgotovki 08.03.01 Stroitel'stvo* [Federal State Educational Standard of Higher Education – Bachelor's Degree in the Direction of Training 08.03.01 Construction (Approved by the Order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation of 31 May 2017 No. 481)]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218855/2ff7a8c72de3994f30496a0ccbb1ddafdaddf518 (accessed 01.10.2018).

17. *Vysotskiy Consulting – BIM*. Available at: <https://bim.vc/company/> (accessed 01.10.2018).

Received 10 January 2019

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Тарасов, М.В. Изучение технологий информационного моделирования зданий в образовательном процессе бакалавров по направлению «Строительство» / М.В. Тарасов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2019. – Т. 11, № 1. – С. 87–97. DOI: 10.14529/ped190109

FOR CITATION

Tarasov M.V. Study of the Building Information Modeling Technologies in the Education Process of the Bachelors of Construction. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Education. Educational Sciences*. 2019, vol. 11, no. 1, pp. 87–97. (in Russ.) DOI: 10.14529/ped190109