

РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ СТУДЕНТОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «СОВРЕМЕННЫЕ АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

Т. Ф. Ельчищева

ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», г. Тамбов, Россия

Рецензент д-р филос. наук, профессор И. В. Налётова

Ключевые слова: архитектор; BIM-технологии; виртуальная модель здания; междисциплинарный проект; программный продукт ArchiCAD; учебный процесс.

Аннотация: Рассмотрено применение BIM-технологий для развития творческих способностей студентов, обучающихся по направлению 07.03.01 «Архитектура», профиль «Архитектурное проектирование», при изучении дисциплины «Современные архитектурные конструкции». Создание виртуальной модели здания при работе над выполнением учебного проекта способствует развитию пространственного воображения студентов, повышению мотивации в изучении профессиональной дисциплины, получению профессиональных умений и навыков.

Современные экономические условия диктуют повышенные требования к профессиональным кадрам [1]. Особое место во всем многообразии профессий занимает специальность архитектора, находящаяся на стыке творчества и точных наук, требующая полета фантазии и безупречного вкуса, инновационного архитектурного замысла и соблюдения меры при подаче проекта, умения верно оценить масштабность проектируемого объекта и его частей, развитого пространственного воображения и точного цветового восприятия, грамотного применения строительных материалов и владения конструированием здания.

В последние годы высокими темпами идет строительство различных зданий и сооружений: объем работ по виду деятельности «Строительство» с 2011 по 2015 гг. составил 29147,4 млрд р., что выше на 6 отн. % результатов, достигнутых за предыдущий период 2010–2014 гг. [2]. Особое место в проектировании и строительстве занимает комплекс общественных зданий – спортивных сооружений для проведения соревнований самого

Ельчищева Татьяна Федоровна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Архитектура и строительство зданий», e-mail: elschevat@mail.ru, ТамбГТУ, г. Тамбов, Россия.

высокого уровня, вплоть до чемпионатов Европы и мира и Олимпийских игр; зрелищных зданий различного типа, зданий бытового обслуживания, торговых центров, сооружений транспорта и т.д. Такое проектирование является наиболее ответственным, так как оно призвано не только обеспечить наиболее благоприятные условия для выполнения функционального процесса в здании и соблюдения всех необходимых норм проектирования, но и связано с обеспечением безопасности пребывания сотен и тысяч людей.

Градостроительство в России нуждается в архитектурно-художественной выразительности и разнообразии зданий и сооружений. Наибольшим вкладом в решение данного вопроса является строительство общественных зданий, которые несут нагрузку основных структурных элементов застройки как центра города, так и центров городских районов. Из всего многообразия общественных зданий наибольшую выразительность имеют здания зального типа. В настоящее время в большинстве стран уделяется внимание проектированию таких зданий, которые являются наиболее многочисленными и разнообразными по назначению, функциональным особенностям, внешним и внутренним габаритам, планировке, количеству этажей и облику. В проектах общественных зданий проектировщик может наиболее полно выразить архитектурный замысел, принять объемно-пространственное решение в зависимости от типа будущего здания, его функционального назначения и вместимости, придать облик зданию в соответствии с планируемой значимостью в структуре городской среды. Пространственные конструктивные системы добавляют новый характер формообразованию зданий, появляется тип пластической тектоники, задающий динамичность и скульптурную выразительность, легкость и прозрачность применяемым конструкциям, оказывает определенное эмоциональное воздействие на человека. В нашей стране и за рубежом построено много новых зданий с применением большепролетных конструкций, ставших знаковыми, своеобразной «визитной карточкой» города и страны. Формированию высокого уровня строительной науки и архитектуры в настоящее время способствует внедрение в практику проектирования современных компьютерных технологий. Наибольший интерес специалистов привлекают BIM-технологии, которые быстро развиваются и востребованы во всем мире.

Технологии BIM (Building Information Modeling, *англ.*) или технологии информационного моделирования являются сейчас наиболее перспективными не только для проектирования зданий и сооружений, но и на протяжении всего жизненного цикла объекта (для применения во время строительства, эксплуатации, ремонта, реконструкции), а также и по его завершению (демонтаж здания, повторное использование конструктивных элементов).

Применению BIM-технологий уделяется большое внимание. Так, Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации 29 декабря 2014 г. издан Приказ № 926/пр. «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства», что стимулировало развитие практики информационного моделирования в стране, и уже внедрено в ряде проектных организаций.

Рост общественного интереса к указанной проблеме показало и привлечение большого числа претендентов, подавших заявки на участие в Первом Всероссийском открытом конкурсе с международным участием «BIM-технологии 2016», организованном Издательским домом ООО «Строительный Эксперт», проходящем при поддержке Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, Правительства Московской области, Общероссийской общественной организации «Деловая Россия», Союза московских архитекторов, Российской гильдии управляющих и девелоперов [3]. Конкурс призван выявить и оценить примеры практического использования BIM-технологий в проектировании, строительстве и эксплуатации объектов жилого и общественного назначения. Кроме специалистов, в конкурсе принимали участие студенты профильных вузов, для которых организаторы создали специальную номинацию – «Студенческие работы с использованием технологий информационного моделирования». В данном конкурсе приняла участие студентка группы БАР-42 Института архитектуры, строительства и транспорта ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Пудовкина с работой на тему «Разноуровневый (10-12-14-этажный) жилой дом на 220 квартир».

В работе [4] указано требование настоящего времени к студентам при освоении ими основных образовательных программ: овладение «инновационными технологиями и практикой внедрения и коммерциализации результатов научно-исследовательских работ». Данная задача на сегодняшний день является важной для Тамбовской области, когда формируются различные территориально-отраслевые кластеры, один из которых – кластер строительной индустрии. В этом контексте информация о приоритетной задаче применения BIM-технологий в области архитектурно-строительного проектирования доведена до сведения студентов-архитекторов ФГБОУ ВО «ТГТУ», что способствовало повышению их мотивации в освоении BIM-технологий при выполнении учебного проекта большепролетного общественного здания по дисциплине «Современные архитектурные конструкции».

Проектирование выполняется на четвертом курсе в седьмом семестре. Для обучения студентов выбран подход, составляющий этапы жизненного цикла инженерного продукта «Conceive – Design – Implement – Operate» (задумай – спроектируй – реализуй – управляй; CDIO), который в учебном процессе применяется в рамках проектного метода [5].

Для реализации проектных идей студентам предлагается использование программного продукта ArchiCAD 15, лицензия на который представлена компанией Graphisoft бесплатно для учебных и испытательных целей [6]. Программа установлена на компьютерах типа Celeron E1200 в компьютерном классе на кафедре «Архитектура и строительство зданий». Для самостоятельной работы во внеучебное время студенты и преподаватели могут скачивать с официального сайта производителя бесплатную учебную версию программы и более новые ее версии, вплоть до ArchiCAD 20. Это возможно при регистрации на сайте [7] и представлении информации, подтверждающей статус студента или преподавателя (студент предоставляет сканированный студенческий билет).

Курсовое проектирование заключается в разработке проекта большепролетного здания зального типа заданного функционального назначения. Задание на проектирование составляется индивидуально для каждого сту-

дента, выдается по вариантам и включает: район строительства объекта, как правило, задается город в РФ или стране постоянного проживания студента (для иностранных студентов); тип конструкции большепролетного покрытия; вид здания и его функциональное назначение. В качестве объектов для проектирования предлагаются: кинотеатр, концертный зал, театр, цирк, выставочный павильон, музей, библиотека, картинная галерея, спортивный зал универсального назначения, дворец спорта, крытый ледовый каток, ледовый дворец, плавательный бассейн, торговый центр, крытый рынок, ресторан, вокзал (речной, железнодорожный, автовокзал), пансионат, санаторий, аквапарк, гостиничный центр, общественно-деловой центр, культурный центр, питьевая галерея, туристический комплекс и планетарий.

Работа над проектом начинается с изучения студентом особенностей проектирования здания с покрытием заданного типа, что необходимо для развития творческого мышления, являющегося «только результатом систематического овладения знаниями и фактами, которые лежат в основе широкомасштабной целевой установки» [8]. В это время студенту прививается привычка активно и творчески познавать новую информацию, позволяющая «грамотно овладеть, переработать и использовать полученные знания» [8]. Предпроектная работа завершается написанием реферата по теме исследования. В качестве ключевых позиций, представленных в реферате, рассматриваются:

- актуальность применения покрытия в современной жизни;
- история применения большепролетного покрытия (с примерами зданий);
- особенности статической работы покрытия (схема внешних нагрузок);
- эпюры поперечных сил и изгибающих моментов, возникающих в покрытии;
- требования, предъявляемые к покрытию;
- материалы, используемые в конструкции покрытия;
- классификация большепролетного покрытия (по видам, при наличии);
- примеры планировки проектируемого здания, то есть планы зданий-аналогов, в качестве которых выбираются существующие типовые или индивидуальные проекты, а также проекты, планируемые к строительству (3–4 варианта);
- требования, предъявляемые к зданию – градостроительные, архитектурно-художественные, объемно-планировочные, санитарно-гигиенические, противопожарные, теплозащитные, акустические и др., которые выбираются согласно СП и СНиП [9–11], а также эстетические;
- заключение, в котором на основе сравнения вариантов принимается план здания, служащий основой для дальнейшей проектной разработки планировки. При этом учитывается возможность применения заданного варианта покрытия для принятой в плане конфигурации здания;
- список используемых источников.

После завершения работы над рефератом студент имеет достаточно широкое представление о типе конструкции большепролетного покрытия, дополненное выбранным планом здания. Как правило, проектирование требует корректировки плана-основы согласно новым требованиям к проектированию в соответствии с нормативными документами, принятыми в РФ (или другой стране), что осуществляется по согласованию с препода-

вателем. Особенно это актуально при выборе основы плана, разработанного иностранными архитекторами или выполненного по старым нормам проектирования.

Остальные исходные данные, необходимые для проектирования – виды фундаментов (ленточный, столбчатый, свайный), наружных ограждающих конструкций (стен), внутренних стен и перегородок, а также строительные материалы для указанных конструкций студент назначает самостоятельно. При этом должна быть проведена всесторонняя оценка целесообразности применения того или иного решения с учетом возможностей местной базы строительных материалов в районе строительства и теплотехнического расчета наружных ограждающих конструкций. Ситуационный план места строительства также выбирается студентом самостоятельно на основе анализа планировки местности и градостроительной ситуации (потребности в здании данного типа в городской среде, наличии и вида окружающей застройки или ее отсутствия, транспортной ситуации, инженерной инфраструктуры, направления господствующих ветров, инсоляции) с использованием карт, представленных интернет-ресурсами, например [12–15] и др.

Проектирование большепролетного здания является комплексной задачей, связывающей воедино следующие дисциплины: «Архитектурная климатология», «Архитектурная физика», «Архитектурное материаловедение», «Архитектурное проектирование», «Компьютерные технологии в архитектурно-строительном проектировании», что позволяет студенту применить знания, полученные в ходе освоения данных дисциплин, выявить (если имеются) и, с помощью преподавателя, заполнить пробелы в знаниях, а также преодолеть барьер и «разобщенность отдельных наук, дать обоснование принципов координации и кооперации научных исследований, подчеркнуть единство методологических основ различных областей человеческих знаний» [16].

Например, определение климатических характеристик района строительства часто влияет на выбор объемно-планировочного решения здания, что приводит к дополнительной корректировке планов. Так, в районах с низкими отрицательными температурами часто требуется устройство двойных тамбуров и уменьшение периметра наружных стен за счет повышения компактности здания, а также корректировка толщины стен и покрытия.

Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций (наружных стен и покрытия здания) и оценка возможностей строительной индустрии района строительства необходимы при подборе видов и свойств строительных материалов для проектирования ограждений. Конструкции ограждений, как правило, проектируются «слоистыми», состоящими из нескольких строительных материалов, располагающихся в определенной последовательности с точки зрения их несущей способности и требований строительной теплофизики.

Применение BIM-технологий предполагает переход от 2D-проектирования на плоскости, знакомому с первых курсов, к 3D-проектированию в пространстве, так называемому «виртуальному строительству» здания, к которому студенты приступают с энтузиазмом благодаря насыщенной тематике курсового проектирования с неповторяющимися конструкциями покрытия, что позволяет каждому проявить свою индивидуальность и твор-

ческие способности. Знания, полученные при изучении дисциплины «Архитектурное проектирование», организуют пространственное мышление обучающихся и дают возможность мыслить «объемами», что позволяет осуществить проектирование с помощью объемных конструкций, представленных в ArchiCAD. Знания, умения и навыки, полученные в ходе освоения дисциплины «Компьютерные технологии в архитектурно-строительном проектировании», облегчают техническую сторону задачи, поэтому на первый план выходит творческая составляющая проектирования.

Как правило, в данный период обучения каждый студент уже обладает собственным свето-цветовым восприятием и видением подачи проектного материала, которая осуществляется в соответствии с нормами проектирования [9–11] и выполнения конструкторской документации [17–19]. Геометрическая точность построений обеспечивается набором различных элементов и конструкций, входящих во встроенную библиотеку ArchiCAD и постоянно пополняющуюся библиотеку объектов BIMcomponents, доступную на сайте Graphisoft [7]. Каждый библиотечный объект можно видоизменять путем настройки и изменения его атрибутов (свойств), что значительно увеличивает варианты использования библиотечных элементов.

При необходимости студент может самостоятельно создавать собственные библиотечные элементы с заданными атрибутами, которые он может применить не только в данном проекте, но и в последующем проектировании других зданий, создавая собственную пользовательскую библиотеку. Особый интерес при этом вызывают не только «простые» объекты (строительные конструкции, предметы мебелировки), но и их комплексы в виде различных сооружений (автостоянки и парковки, спортивные и детские площадки, стадионы, въездные и входные группы с применением малых архитектурных форм, «зеленые изгороди», парки, рельеф местности и т.п.).

Применение BIM-технологий с использованием ArchiCAD позволяет приблизить учебное виртуальное проектирование к реальному проектированию и строительству объекта в силу того, что каждому библиотечному элементу изначально присвоены такие атрибуты, как сметная стоимость, степень огнестойкости, экологичность, фирма-производитель и т.д., которые, при необходимости, можно изменить и назначить новые. Представление заданного атрибута конструкции или элемента в 3D-окне задается определенным цветом, поэтому созданную в ArchiCAD модель здания можно использовать и для получения инженерно-технической информации, например, о наиболее опасных с пожарной точки зрения участках, и провести на них замену строительных материалов. Можно выявить благоприятные и неблагоприятные участки в здании с экологической точки зрения, а также построить энергетическую модель здания и оценить энергоэффективность проекта, есть возможность выявить акустические свойства конструкций и т.д. На этом этапе работы над проектом студент учится выделять главные требования к тому типу общественного здания, разработкой которого он занимается и, с учетом указанных требований, назначать атрибуты элементов.

Проектирование большепролетных конструкций покрытий общественных зданий является, благодаря возможностям ArchiCAD, увлекательным занятием, развивающим творческие способности студентов. Основ-

ной задачей обучения при проектировании большепролетных конструкций покрытий является уяснение принципов, лежащих в основе их создания, выявление формообразующего значения конструктивных элементов [8].

Большое пространство для воображения дает проектирование большепролетных оболочковых систем, побуждающее студента к творческому применению принципов конструирования (рис. 1). Студентам из прослушанного курса лекций известна эффективность таких систем, позволяющих перекрывать огромные пролеты по сравнению с плоскими системами такой же толщины.

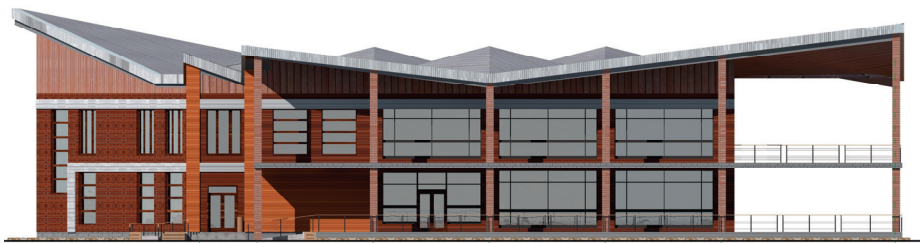
В зависимости от того, к какому типу большепролетных покрытий зальных помещений относится проектируемое покрытие здания (плиты-настилы, плоскостное покрытие или пространственное покрытие), при проектировании выбираются соответствующие «инструменты». Может быть использован встроенный инструмент «Крыша»: выбирается тип крыши – «многоскатная» или «односкатная», «сложная», «многослойная». Некоторые типы крыш удобно строить с помощью инструментов «Оболочка» или «Морф», тогда в качестве вспомогательных инструментов для построения сложных пространственных элементов выбираются инструменты «Линия» или «Слайн». Программа дает возможность моделирования элементов любых пространственных форм, а уровень ее владения студентом позволяет достичь один и тот же результат различными способами.

Творческая работа студента на данном этапе заключается в процессе моделирования поверхности, состоящей не только в построении «основы» или «заготовки» покрытия, но и его детальной проработки, которую ArchiCAD позволяет осуществить путем трансформации поверхности перемещением ребер и точек по горизонтали и вертикали с назначением им требуемых высотных отметок, «подрезкой» конструкций с использованием вспомогательных плоскостей, пересечений элементов по заданной траектории.

Возможность быстрой визуализации проекта предоставляется в виде результирующей 3D-модели. Все операции редактирования можно осуществлять как в окне «План этажа», так и в окнах «Фасад», «Разрез», «3D-окно» и «3D-разрез», что позволяет студенту постоянно чувствовать проекционную связь элементов чертежа и проверять проектные решения в 3D-видах и 3D-фрагментах чертежа на предмет некорректных пересечений конструкций и неверных отметок.

Работа над проектом общественного здания зального типа является увлекательным занятием и связана с проявлением личностных качеств каждого, когда студенту представляется возможность проявить свои творческие и аналитические способности при создании модели здания с большепролетными конструкциями покрытия. Актуальность такого проектирования на современном этапе заключается также в том, что конструкции покрытий являются значимым тектоническим средством выражения архитектурного замысла, с их помощью появляется новый тип формообразования общественных зданий, который вносит актуальные ноты в формирование проектируемой или сложившейся застройки городской территории.

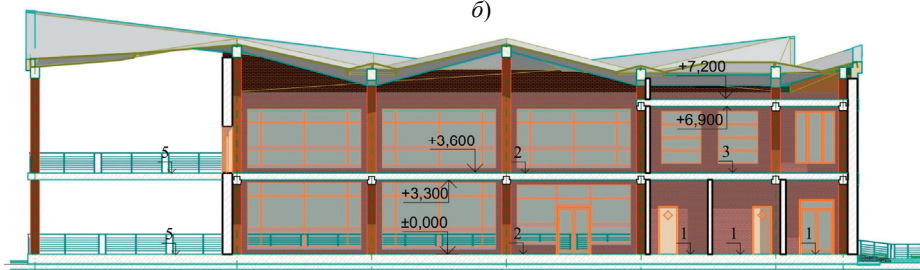
Проектирование зданий такого типа является важной и ответственной задачей, поэтому процессу разработки учебного курсового проекта на современном уровне с применением «Информационной модели здания»



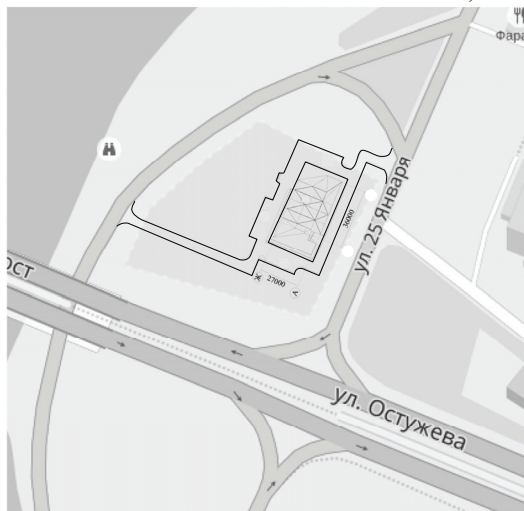
а)



б)



в)



г)

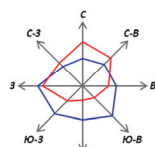


Рис. 1. Проект ресторана с покрытием из комбинации гиперболических параболоидов в г. Воронеж, автор Н. А. Лошаков, группа БАР-41, 2016 г.:
а – главный фасад; *б* – перспектива; *в* – 3D-разрез; *г* – ситуационный план застройки

(BIM-технологий) на кафедре «Архитектура и строительство зданий» в ФГБОУ ВО «ТГТУ» уделяется большое внимание.

Благодаря полученным знаниям в области BIM-технологий студент может более ясно видеть будущий архитектурный облик здания в сочетании с его конструктивной системой и схемой, проанализировать работу инженерных систем, задать материалы и конструктивные решения, предпочтительно применяемые в решении здания с точки зрения пожарной безопасности, строительной теплофизики и архитектурной акустики. Студент приучается отслеживать все технологические и функциональные процессы в здании как до, так и в процессе проектирования, контролировать начало и все последующие стадии виртуального строительства здания и вносить, при необходимости, дополнения и исправления, имитировать проведение авторского надзора за процессом строительства.

Развитие творческих способностей студентов благодаря свободному владению BIM-проектированием позволяет повысить профессиональный уровень и востребованность специалиста в условиях жесткой конкуренции на рынке труда, что дает ему возможность активно участвовать в формировании современной городской среды, к чему призван каждый архитектор, успешный в профессии.

Список литературы

1. Молоткова, Н. В. Организация непрерывной профессиональной подготовки в условиях интеграции образовательных систем на основе модели формирования и развития профессиональных компетенций / Н. В. Молоткова [и др.] // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. – 2011. – Т. 17, № 3. – С. 811 – 815.
2. Российский статистический ежегодник. 2016 [Электронный ресурс] : стат. сб. / Росстат. – М. : [б. и.], 2016. – 725 с. – Режим доступа : http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (дата обращения: 02.01.2017).
3. BIM-технологии 2016 [Электронный ресурс] : Первый открытый Всерос. конкурс с междунар. участием // Строительный эксперт : офиц. сайт. – Режим доступа : <http://ardexpert.ru/special/konkursBIM> (дата обращения: 19.12.2016).
4. Дворецкий, С. И. Каким должен быть опорный вуз региональной экономики (на примере Тамбовской области) / С. И. Дворецкий, М. Н. Краснянский, Н. В. Молоткова // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1 (50). – С. 8 – 46.
5. Ракитина Е. А. Проблемы и перспективы использования интерактивных форм обучения в технических вузах / Е. А. Ракитина, А. И. Попов // Вопр. соврем. науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2014. – № 1 (50). – С. 65 – 69.
6. Учебник ArchiCAD. Части 1 – 4 [Электронный ресурс] // CADstudio.ru : сайт. – Режим доступа : <http://cadstudio.ru/learn-archicad.htm> (дата обращения: 19.12.2016).
7. MyArchiCAD.com [Электронный ресурс] : сайт. – Режим доступа : <https://myarchicad.com> (дата обращения 19.12.2016).
8. Энгель, Х. Несущие системы / Х. Энгель ; пер. с нем. Л. А. Андреевой. – М. : АСТ: Астрель, 2007. – 344 с.
9. Свод правил. Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009 : СП 118.13330.2012. : утв. приказом М-ва регион. развития Рос. Федерации (Минрегион России) от 29.12.2011 г. № 635/10 ; введ. в действие с 01.01.2013 г. – М. : Минрегион России, 2012. – 114 с.

10. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02–2003 : СП 50.13330.2012 : утв. приказом Минрегион России от 30.06.2012 № 265 ; введ. в действие с 01. 07.2012. – М. : ФАУ «ФЦС», 2012. – 95 с.
11. Пожарная безопасность зданий и сооружений (с изм. № 1, 2) : СНиП 21-01–97* ; приняты и введ. с 1.01.1998 постановлением Минстроя России от 13.02.97 № 18-7. – М. : Стройиздат, 1997. – 21 с.
12. Карта России mail карты со спутника : сайт. – Режим доступа : <http://mail-karta.ru> (дата обращения: 19.12.2016).
13. BestMaps.ru : сайт. – Режим доступа : <https://bestmaps.ru> (дата обращения 19.12.2016).
14. ЯндексКарты : сайт. – Режим доступа : <https://yandex.ru/maps/> (дата обращения: 19.12.2016).
15. GoogleКарты : сайт. – Режим доступа : <https://www.google.com> (дата обращения: 19.12.2016).
16. Мамугина В. О проблеме системного конструирования учебного процесса / В. Мамугина, Е. Аленичева // Высш. образование в России. – 2005. – № 9. – С. 60 – 63.
17. ГОСТ 21.1101–2009. Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации. – Взамен ГОСТ 21.101–97 ; введ. 2010–03–01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 40 с.
18. ГОСТ 21.501–2011. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501–93 ; введ. 2013–05–01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 32 с.
19. ГОСТ 28984–2011. Модульная координация размеров в строительстве. Основные положения. – Взамен ГОСТ 28984–91 ; введ. 2013–01–01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 16 с.

References

1. Molotkova N.V., Sviryaeva M.A., Ankudimova I.A., Ulyahin T.M. [Organization of Continuous Professional Training in Conditions Of Educational Systems Integration on the Basis of the Model for Formation and Development of Professional Competencies], *Transactions of Tambov State Technical University*, 2011, vol. 17, no. 3, pp. 811-815. (In Russ., abstract in Eng.)
2. Rosstat. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik. 2016* [Russian Statistical Yearbook. 2016], Moscow, 2016, pp. 419-420, available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (accessed 2 January 2017). (In Russ.)
3. *BIM-tehnologii 2016* [BIM-TECHNOLOGY 2016], available at: <http://ardexpert.ru/special/konkursBIM> (accessed 19 December 2016). (In Russ.)
4. Dvorecky S.I., Krasnyansky M.N., Molotkova N.V. [On the Requirements to the Base University of Regional Economy (for the Tambov Region)] *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 1 (50), pp. 8-46. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Rakitina E.A., Popov A.I. [Problems and Prospects of Using Interactive Forms of Education in Technical University] *Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo* [Problems of Contemporary Science and Practice. Vernadsky University], 2014, no. 1 (50), pp. 65-69. (In Russ., abstract in Eng.)
6. *ARCHICAD Training Series*, vol. 1-4, available at: <http://www.graphisoft.com/learning/training-materials/> (accessed 19 December 2016).
7. <https://myarchicad.com> (accessed 19 December 2016).
8. Engel H. *Tragsysteme = Structure systems*, Verlag Gerd Hatje, 1997.

9. Ministry of Regional Development of the Russian Federation. *SP 118.13330.2012. Svod pravil. Obshchestvennye zdaniya i sooruzheniya. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 31-06-2009*. [Set of rules. Public buildings and facilities. The updated edition of SNiP 31-06-2009], Moscow: Minregion Rossii, 2012, 114 p. (In Russ.)
10. Ministry of Regional Development of the Russian Federation. *SP 50.13330.2012. Teplovaya zashchita zdaniy. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 23-02-2003*. [Set of rules. Thermal protection of the buildings. The updated edition of SNiP 23-02-2003], Moscow: FAU «FCS», 2012, 95 p. (In Russ.)
11. Ministry of Construction of the Russian Federation. *SNiP 21-01-97*. Pozharnaya bezopasnost' zdaniy i sooruzhenij (s izm. № 1, 2)* [Fire safety of buildings and structures (with changes no. 1, 2)], Moscow: Strojizdat, 1997, 21 p. (In Russ.)
12. <http://mail-karta.ru> (accessed: 19 December 2016). (In Russ.)
13. <https://bestmaps.ru/strana/russia> (accessed 19 December 2016). (In Russ.)
14. <https://yandex.ru/maps/> (accessed 19 December 2016). (In Russ.)
15. <https://www.google.com/maps/place/RossiyaReferences/> (accessed 19 December 2016). (In Russ.)
16. Mamugina V., Alenicheva E. [On the problem of constructing the system of the educational process] *Vyshee obrazovanie v Rossii* [Higher education in Russia], 2005, no. 9, pp. 60-63. (In Russ.)
17. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology. *GOST 21.1101-2009. Sistema proektnoj dokumentacii dlya stroitel'stva. Osnovnye trebovaniya k proektnoj i rabochej dokumentacii* [Russian Interstate Standard 21.1101-2009. System of design documents for construction. Main requirements for design and working documents], Moscow: Standartinform, 2010, 40 p. (In Russ.)
18. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology. *GOST 21.501-2011. Pravila vypolneniya rabochej dokumentacii arhitekturnyh i konstruktivnyh reshenij* [Russian Interstate Standard 21.501-2011. System of design documents for construction. Rules for execution of the working documentation of architectural and construction solutions], Moscow: Standartinform, 2013, 32 p. (In Russ.)
19. Federal Agency on Technical Regulating and Metrology. *GOST 28984-2011. Modul'naya koordinaciya razmerov v stroitel'stve. Osnovnye polozheniya* [Russian Interstate Standard 28984-2011. Modular coordination of construction dimensions. General], Moscow: Standartinform, 2013, 16 p. (In Russ.)

Development of Creative Abilities of Students in the Study of the Course “Modern Architectural Design”

T. F. Elchishcheva

Tambov State Technical University, Tambov, Russia

Keywords: architect; BIM-technology; interdisciplinary project; learning process; software ArchiCAD; virtual building model.

Abstract: The paper considers the application of BIM-technology for the development of creative abilities of students enrolled in the program 03.07.01 «Architecture» profile “Architectural design” through the study of the course “Modern architectural design”. Creating a virtual building model when working on the implementation of the training project contributes to the development of spatial imagination of students, increases motivation to study professional subjects and acquire professional skills.

© Т. Ф. Ельчищева, 2017