

Список литературы

1. Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений и сооружений и требований к правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов : Постановление Правительства РФ от 25.01.2011 г. № 18.
2. СП 131.13330.2012 «Строительная климатология». Актуализированная редакция СНиП 23-01-99 СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий». Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.
3. Богословский В. Н. Три аспекта концепции ЗЭИЭ и особенности переходного периода // Проблемы строительной теплофизики и энергосбережения в зданиях : сб. докл. науч.-практ. конф. [в 3 т.]. М. : НИИСФ РААСН, 1997. Т. 1. С. 7–9.
4. Табунчиков Ю. А., Бродач М. М., Шилкин Н. В. Энергоэффективные здания. М. : АВОК–ПРЕСС, 2003. 200 с.
5. Табунчиков Ю. А., Наумов А. Л. Энергоэффективность в строительстве. Гармонизация отечественной нормативной базы // АВОК: Вентиляция, отопление, кондиционирование воздуха, теплоснабжение и строительная теплофизика. 2012. Т. 6. С. 4–9.
6. Гагарин В. Г., Козлов В. В. Требования к теплозащите и энергетической эффективности в проекте актуализированного СНиП «Тепловая защита зданий» // Жилищное строительство. 2011. № 8. С. 2–6.
7. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы. 2013. № 3. С. 7–9.
8. Гагарин В. Г., Пастушков П. П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад. 2014. № 2. С. 26–29.

УДК 004.9; 378.1

ВНЕДРЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ BIM В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС СТРОИТЕЛЬНОГО ВУЗА

Д. П. Ануфриев, И. Ю. Петрова, О. М. Шикунская
Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)

В статье рассмотрены основные особенности BIM-технологии и новые требования в организации учебного процесса в строительном вузе, в основе которых лежит совместная работа студентов, преподавателей и супервайзеров со стороны предприятий со всем объемом информации об объекте строительства. Предложено использовать подходы Всемирной инициативы CDIO. Показано соответствие между декларируемыми целями и технологиями информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства и целями и технологиями инициативы CDIO. Сформирована логика инновационного образовательного процесса в строительном вузе на основе BIM-технологии и подходов CDIO. На объединении принципов BIM-технологии и CDIO базируется программа подготовки бакалавров по открытому в 2015 г. в Астраханском инженерно-строительном институте новому профилю «Информационно-строительный инжиниринг» в рамках ФГОС ВО 08.03.01 «Строительство».

Ключевые слова: *Building Information Modeling, BIM-технология, всемирная инициатива CDIO, строительный вуз, образовательный процесс, жизненный цикл.*

The article describes the main features of BIM technology and new requirements to organization of educational process in high school building, which are based on joint work of students, professors and supervisors from companies with a total amount of information about the construction project. It is proposed to use the approaches of worldwide CDIO initiative. It was showed the full compliance between the declared purposes and technologies of information modeling objects of industrial and civil construction and the aims and technologies of the CDIO initiative. Also, it was formed the rational of innovative educational process in the high school building based on BIM technologies and approaches worldwide CDIO initiative. The bachelor degree program was opened in Astrakhan Institute of Civil Engineering in 2015 for new profile "Information and construction engineering" in the framework of the GEF IN 08.03.01 Construction is based on combining the principles of BIM technology and the worldwide CDIO initiative.

Keywords: *Building Information Modeling, BIM-technology, worldwide CDIO initiative, construction higher education institution, educational process, life cycle.*

Введение

Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства России приступило к внедрению технологии информационного моделирования зданий (BIM – Building Information Modeling) в области промышленного и гражданского строительства. В конце 2015 г. должен быть подготовлен и направлен на утверждение в правительство перечень нормативных актов, образовательных стандартов, подлежащих изменению и разработке. К этому времени должна быть разработана дорожная карта внедрения технологий информационного моделирования зданий в области строительства в России.

Уже завершён отбор 23 пилотных проектов, разработанных с использованием BIM. До конца 2015 г. планируется провести экспертизу этих проектов, проанализировать полученный опыт, доложить в Правительство результаты этой работы и приступить к корректировке нормативной базы в целях создания условий для массового применения в России BIM-технологий.

Предполагается, что работа по внесению изменений в нормативно-правовые и нормативно-технические акты, а также в образовательные стандарты будет завершена к концу 2016 г. К началу 2016 г. планируется также создать классификатор строительных материалов, изделий и конструкций, включающий 70 тысяч позиций, что необходимо для успешного внедрения BIM-технологий.

Планируется, что уже к концу 2016 г. начнется активное применение BIM-технологий в строительстве, а в 2017 г. будет завершено внесение всех необходимых изменений в нормативную базу и приняты стандарты использования технологий цифрового информационного моделирования в проектировании и строительстве. К этому времени планируется подготовить специалистов по использованию технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства, а также экспертов органов экспертизы.

Таким образом, задача подготовки кадров с новым полноценным BIM-мышлением при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов является для строительных вузов актуальной.

Особенности BIM-технологий

Технологии информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства уверенно переходят из разряда инноваций в стандарт отрасли. Количество проектов, выполняемых с использованием BIM неуклонно растет, а достигнутые результаты не оставляют сомнений в том, что новые процессы управления информацией об объекте строительства станут ежедневной практикой любой компании, работающей в сфере проектирования, строительства или эксплуатации.

Постепенно формируется единый и понятный для всех подход к созданию строительных объектов на всех этапах жизненного цикла. Новая методология основана на интеграции процессов проектирования, технологической подготовки производства, непосредственно самого процесса строительства, а в перспективе и следующих этапов: эксплуатации и утилизации объекта. Таким образом, охватывается весь жизненный цикл этого объекта.

Основа технологии BIM – это бизнес-процессы совместной работы со всем объемом информации об объекте строительства. Для каждого этапа работы над проектом должен быть описан уровень детализации BIM-модели. Это позволяет принимать управленческие решения, имея всю необходимую информацию и при этом, не перегружая модель. Особенность такого подхода заключается в том, что строительный объект проектируется как единое целое. И изменение какого-либо одного из его параметров влечет за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика.

Технологии информационного моделирования обязательно требуют совместной работы распределенных рабочих групп, которые эффективно используют различные инструменты и информацию на протяжении всего жизненного цикла объекта. Это позволяет исключить избыточность и потерю данных, ошибки при передаче и преобразовании этих данных.

Поэтому исторически сформировавшиеся подходы к организации работ в строительной отрасли необходимо модернизировать.

Подготовка специалистов по использованию BIM-технологий

Широкое внедрение BIM-технологий обуславливает потребность в новых специалистах, способных к работе в команде, владеющих современными информационными и коммуникационными технологиями.

Базой для подготовки таких специалистов являются отраслевые вузы или факультеты технических университетов. Они должны стать центрами подготовки инженеров, переподготовки и повышения квалификации специалистов. Для ускорения этих процессов можно на базе заинтересованных

учебных заведений создать центры информационно-строительного инжиниринга, в которых сконцентрировать все усилия заинтересованных сторон. Опыт моделирования в таких центрах можно затем широко распространять.

Для подготовки специалистов нового типа, владеющих BIM технологиями совместной работы, авторам представляется особенно интересным известный международный проект *«Всемирная инициатива CDIO»* [1, 2]. В настоящее время он реализуется в более чем 100 инженерных вузах 25 стран мира. Концепция CDIO основывается на утверждении, что выпускники инженерных программ вузов должны быть подготовлены к глубокому **пониманию, проектированию, реализации и управлению** комплексными инженерными проектами в условиях командной работы по созданию новых технических объектов и систем как готовых продуктов.

Концепция совершенствования инженерного образования CDIO (Conceive, Design, Implement, Operate) была разработана в ведущем техническом вузе США – Массачусетском технологическом институте (Massachusetts Institute of Technology) с участием ученых, представителей промышленности, инженеров и студентов в конце 90-х гг. Философия подхода состоит в обучении инженерным основам в контексте жизненного цикла разработки продуктов и систем: Conceive (Придумай) – Design (Разработай) – Implement (Внедряй) – Operate (Управляй), что соответствует и концепции внедрения BIM на всех стадиях жизненного цикла зданий: проектирование, строительство, эксплуатация. Декларируемая цель концепции CDIO: инженер — выпускник вуза должен уметь придумать новый продукт или новую техническую идею, осуществлять все конструкторские работы по ее воплощению (или давать нужные указания тем, кто будет этим заниматься), внедрить в производство то, что получилось. Технологии информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства включают в себя циклы: Design (Разработай), Build (Построй), Operate (Управляй). Цикл «Design» состоит из четырех процессов: концептуальное проектирование, детальное проектирование, анализ и расчеты, документация. Цикл «Build» включает три процесса: подготовка, строительство, логистика. Цикл «Operate» объединяет эксплуатацию и реновацию (утилизацию). Легко установить соответствие между декларируемыми целями и технологий информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства и целями и технологиями инициативы CDIO.

Сравнение декларируемых целей и технологий информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства и целей и технологий инициативы CDIO образно показано на рис. 1.

В настоящее время многие технические университеты по всему миру разрабатывают учебные планы по стандартам CDIO, в частности и для строительных специальностей [3–5].



Рис. 1. Сравнение декларируемых целей и технологий BIM и CDIO

С целью подготовки бакалавров к коллективной работе, которая необходима в условиях реального проектирования, в учебном процессе должно быть учтено тесное сотрудничество между студенческими командами. В процессе совместной работы разрабатываются все учебные проекты. Таким образом, студенты будут обмениваться информацией и совместно работать над общими информационными моделями. Используя современные возможности информационно-коммуникационных технологий, все студенты могут совместно работать над одной и той же информационной моделью, независимо от местоположения каждого из них. Логика инновационного образовательного процесса показана в таблице 1.

Таблица 1

Логика инновационного образовательного процесса

Курс	Содержание работ, выполняемых студентами
1	Студенты выбирают объект проектирования и делают его простейшее описание, геодезическую подготовку проекта
2	Развитие проекта с использованием полученных знаний (архитектурные решения, выбор строительных материалов, прочеты на прочность и др.). Знакомство с BIM-технологией ведения проекта
3	Создание междисциплинарных студенческих команд (инженерные коммуникации, вопросы безопасности, энергоэффективности, экономические расчеты и сметы и т. д.). Коллективная работа с BIM-моделью проекта
4	Команды студентов работают над общим дипломным проектом. Техническое задание формируют работодатели – предприятия строительной отрасли. Представители предприятия – супервайзеры работ по проекту

Уже с первого семестра студенты погружаются в идеологию проектирования с использованием технологии информационного моделирования

зданий. Модель должна содержать информацию для последующего ее использования при конструктивных расчетах, оценке энергоэффективности, определении технико-экономических показателей, формировании смет, спецификаций и т. д.

В рамках концепции CDIO разработано 12 стандартов, которые могут выступать руководством для реформирования и оценки качества образовательных программ, а также для создания условий для их реализации и непрерывного улучшения [6]. Эти стандарты можно группировать следующим образом: стандарт 1 – концепция инженерных программ; стандарты 2, 3, 4 – требования к формированию учебного плана; стандарты 5, 6 – требования к образовательной среде; стандарты 7, 8 – методы обучения; стандарты 9, 10 – квалификация преподавателей; стандарты 11, 12 – методы оценки результатов обучения.

Положения 5 и 6 стандартов, касающихся организации рабочего пространства и материально-технического обеспечения инженерной деятельности, могут быть реализованы в так называемых открытых инновационных образовательных пространствах [7].

Открытое инновационное образовательное пространство – это структурированное зонированное пространство (учебные помещения), которое позволяет организовать работу команд студентов, последовательно отражая весь жизненный цикл проектируемого объекта («Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй»). Такое помещение включает следующие зоны:

- зона для обсуждения идеи проекта и разработки технического задания в команде со всеми возможными и доступными инфоресурсами;
- зона проектирования – позволяющая разработать проект, провести необходимые расчеты, оснащенная компьютерным оборудованием и программным обеспечением для BIM моделирования;
- зона реализации проекта – позволяет организовать создание прототипа проектируемого объекта, например, с помощью 3D-принтера;
- зона опытной эксплуатации, в которой команда студентов может провести испытания 3D-модели и оценить эксплуатационные характеристики объекта (энергоэффективность, механическую прочность и др.), а затем сравнить с расчетными.

Совместная работа групп студентов в таком образовательном пространстве способствует освоению навыков проектирования и создания прототипов строительных объектов параллельно с получаемыми дисциплинарными знаниями. Создание новых учебных помещений или перепланирование уже существующих лабораторий варьируется в зависимости от объема учебной программы и ресурсов вуза. В открытом инновационном образовательном пространстве создается оптимальная атмосфера, как для индивидуального, так и социального обучения, при котором студенты могут делиться друг с другом опытом, учиться друг у друга и общаться в группах. На базе

таких учебных помещений проходят также встречи с представителями предприятий, заинтересованными в привлечении студенчества к исполнению проектов.

В 2015 г. в АИСИ начата подготовка студентов по новому профилю – «Информационно-строительный инжиниринг» в рамках ФГОС ВО 08.03.01 «Строительство». Инжиниринг – это комплексное управление проектами под ключ, а строительный инжиниринг – инженерное обеспечение строительства, охватывающее все фазы реализации инвестиционно-строительных проектов: проектирование, строительство, эксплуатацию объектов. Современное строительство невозможно без информационных технологий, банков данных и знаний, открытых сетей с элементами искусственного интеллекта, «облачной» и суперкомпьютерной ИТ-инфраструктуры. Так можно пояснить основное содержание образовательной программы этого профиля.

Новая программа разработана для тех, кто стремится стать конкурентоспособным специалистом. Выпускники смогут выполнять несколько видов профессиональной деятельности:

- инженерные услуги на этапе предпроектных работ – от комплектации пакета разрешительных документов до утверждения и согласования проекта и экспертизы;
- проектный и технологический инжиниринг;
- программно-техническое и информационное сопровождение, разработка графиков строительных процессов с высокой степенью детализации;
- управление жизненными циклами зданий, построение и применение информационных моделей объектов и процессов;
- организационное управление проектами;
- производство электротехнических и монтажных работ на объекте строительства.

Сотрудничество с работодателями – залог успешной подготовки инженеров.

Известная концепция «тройной спирали» Генри Ицковица (Henry Etzkowitz) описывает инновационное развитие региона через динамику отношений университета, бизнеса и властных структур [8]. Модель тройной спирали (Triple Helix) основана на перспективной роли университета как лидера отношений с предприятиями и властью.

Ряд начинаний в АИСИ позволяет сделать сотрудничество с предприятиями более эффективным:

- создание базовых кафедр, осуществляющих практическую подготовку студентов на базе предприятий;
- сетевые формы взаимодействия вузов и предприятий, в том числе создание и реализация совместных образовательных программ;
- новое понимание целевого обучения, закрепленное в новом законе об образовании;

- внедрение практико-ориентированных программ высшего образования.

Для разработки и реализации совместных образовательных программ создается **единая команда образовательной программы**, в которую входят как представители вуза, так и представители заинтересованных предприятий. Задача такой команды – преобразовать пожелания потенциальных работодателей относительно качества подготовки будущих выпускников в требуемые результаты обучения.

Тесное сотрудничество в процессе работы полезно для обеих сторон. Преподаватели вуза в реальном времени знакомятся с производственными проблемами, а производственники понимают специфику образовательных технологий.

Выводы

1. Задача подготовки кадров с новым полноценным ВІМ-мышлением при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов является для строительных вузов актуальной.

2. Сравнение декларируемых целей и технологий информационного моделирования объектов промышленного и гражданского строительства и целей и технологий инициативы CDIO показывают, что для подготовки будущих инженеров к коллективной работе, без которой практически никогда не обходится реальное ВІМ-проектирование, весь учебный процесс должен быть построен на тесном информационном сотрудничестве между студенческими командами.

3. Концепция открытого инновационного образовательного пространства позволяет организовать работу команд студентов, последовательно отражая весь жизненный цикл проектируемого объекта («Задумай – Спроектируй – Реализуй – Управляй»).

4. Для разработки и реализации совместных образовательных программ необходимо создание единой команды образовательной программы, в которую входят как представители вуза, так и представители заинтересованных предприятий.

Список литературы

1. Crawley E. F., Malmqvist J., Lucas W. A. and Brodeur D. R., The CDIO Syllabus v2.0: An Updated Statement of Goals for Engineering Education. URL: http://www.cdio.org/files/project/file/cdio_syllabus_v2.pdf

2. Lunev A., Petrova I., Zaripova V. Competency-based models of learning for engineers: a comparison // CEEE European Journal of Engineering Education Manuscript. 2013. Vol. 38, Issue 5, October 2013. P. 543–555, DOI: 10.1080/03043797.2013.824410.

3. Malmqvist J., Hugo R., Kjellberg M. A survey of CDIO implementation globally – effects on educational quality // Proceedings of the 11th International CDIO Conference, Chengdu University of Information Technology, Chengdu, Sichuan, P.R. China, June 8–11, 2015. URL: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/218617/local_218617.pdf

4. Krogsboll et al. CDIO projects in civil engineering study program at DTU // Proceedings of the 7th International CDIO Conference, Technical University of Denmark, Copenhagen, June 20–23, 2011. URL: <http://proceedings.dtu.dk/fedora/repository/dtu:1175/OBJ/article.pdf>

5. Xiong G. & Lu X. A CDIO curriculum development in a civil engineering programme // World Transactions on Engineering and Technology Education _ 2007 UICEE 2007. Vol. 6, № 2.

6. Акчелов Е. О. Всемирная инициатива CDIO, опыт внедрения в Сингапуре // Инженерное образование. 2014. № 16. С. 180–182.

7. Зарипова В. М., Лунев А. П., Петрова И. Ю. Научить инновационному мышлению – задача университета // Инновации. 2012. № 11 (169). С. 62–69.

8. Ицковиц Г. Тройная спираль. Университеты – предприятия – государство. Инновации в действии : пер. с англ. / под ред. А. Ф. Уварова. Томск : Изд-во Томского гос. ун-та систем управления и радиоэлектроники, 2010.

УДК 697.14

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗДАНИЙ И МЕРЫ ЕЕ ПОВЫШЕНИЯ

Ю. А. Лежнина, К. А. Шумак

Астраханский инженерно-строительный институт (Россия)

Рассмотрено состояние эффективности использования всех типов энергетических ресурсов в Российской Федерации и отдельных регионах. Проанализированы причины существенного различия между фактическими и расчетными затратами энергии на отопление зданий. С целью повышения энергоресурсосберегающего потенциала проектируемых зданий и сооружений выделены некоторые мероприятия, изложенные в региональных методических документах «Рекомендации по обеспечению энергетической эффективности жилых и общественных зданий и сооружений». Отмечена высокая роль информационных технологий при реализации подобных мероприятий; обучении специалистов области энергетики, проектировщиков и потребителей услуг ЖКХ; внедрении и настройке приборов учета, автоматики регулирования и прочего оборудования, обеспечивающих эффективное использование и приводящих к снижению потребления топливно-энергетических ресурсов.

Ключевые слова: энергоэффективность, повышение энергоресурсосберегающего потенциала, информационные технологии.

We consider the state of efficiency of use of all types' energy resources in the Russian Federation and individual regions. It was analyzed the reasons for the significant differences between the actual and calculated energy consumption for heating of building. Also, were outlined some of the activities in the regional methodical document "Recommendations on the energy efficiency of residential and public buildings and constructions" with the aim of increasing energy-saving potential of the designed buildings and structures highlights. Furthermore, we emphasize the high role of information technology in the implementation of such activities; the training of specialists in the field of energy, designers and consumers of housing services; implementation and configuration of metering devices, automatic control and other equipment, for the effective use and leading to reduced consumption of fuel and energy resources.

Keywords: energy efficiency, increasing energy-saving potential, information technology.