

УДК 658.5

ВІМ-КОМПЕТЕНЦІЇ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕСЕ ІНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

О.В. Лазаренко¹, А.Н. Ягубкин²

Полоцкий государственный университет, Республика Беларусь

e-mail: o.lazarenko@psu.by¹, a.yagubkin@psu.by²

В связи с внедрением ВІМ-технологий, необходима подготовка специалистов, способных к получению новых знаний, переподготовка и повышение квалификации кадров в строительной отрасли для адаптации их в современных условиях проектирования жизненного цикла объектов. Показано как с использованием компетенций из образовательных стандартов можно развивать ВІМ-компетенции у студентов на инженерно-строительном факультете Полоцкого государственного университета. Также приводятся направления дальнейшего развития ВІМ-технологий в образовательном процессе на инженерно-строительном факультете Полоцкого государственного университета.

Ключевые слова: строительная отрасль, информационное моделирование, ВІМ-технологии, кадровый потенциал, качество образования, компетенции.

BIM-COMPETENCIES IN THE EDUCATIONAL PROCESS OF THE CONSTRUCTION AND ENGINEERING FACULTY OF POLOTSK STATE UNIVERSITY

O. Lazarenko¹, A. Yagubkin²

Polotsk State University, Republic of Belarus

e-mail: o.lazarenko@psu.by¹, a.yagubkin@psu.by²

In connection with the introduction of BIM-technologies, it is necessary to train specialists capable of acquiring new knowledge, retraining and advanced training of personnel in the construction industry to adapt them in the modern conditions of designing the life cycle of objects. It is shown how, using competencies from educational standards, it is possible to develop BIM-competencies in students at the Civil Engineering Faculty of Polotsk State University. The directions of further development of BIM-technologies in the educational process at the Civil Engineering Faculty of Polotsk State University are also given.

Keywords: construction industry, information modeling, BIM-technologies, human resources, quality of education, competencies.

Введение. «Строительство относится к числу ключевых отраслей в республике и во многом определяет состояние экономики и решение социальных задач», – отмечено в Директиве № 8 Президента Республики Беларусь от 4 марта 2019 г. [1]. Документ содержит направления дальнейшего устойчивого развития строительной отрасли, повышения эффективности деятельности всех участников инвестиционного проекта в целях повышения промышленно-экономического потенциала Республики Беларусь. В числе приоритетных направлений - внедрение и развитие технологии информационного моделирования в строительстве, инновационное развитие кадрового потенциала.

Технологии информационного моделирования зданий или сооружений (BIM-технологии) — это создание трехмерной, комплексной, информационной, компьютерной модели здания или сооружения (BIM, Building Information Model), содержащей архитектурно-конструкторскую, технологическую, экономическую и другую информацию о здании или сооружении. Применение BIM позволяет оперативно принимать управленческие решения, необходимые обновления на всех этапах жизненного цикла здания: проектирование, эксплуатация, реконструкция, снос; сокращать стоимость и сроки строительства [2].

Внедрение и развитие технологии информационного моделирования невозможно без обеспечения строительной отрасли компетентными высококвалифицированными специалистами, владеющими BIM-компетенциями, и это одна из важнейших задач, стоящих перед высшей школой в данный период.

Для достижения цели внедрения BIM необходимо инновационное развитие кадрового потенциала. В рамках отраслевой программы по разработке и внедрению информационных технологий на 2012–2015 годы [3, раздел 4], были определены задачи по подготовке, переподготовке и повышению квалификации специалистов по специальностям: «Архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», «Экономика и организация (строительство)», «Водохозяйственное строительство», «Теплогазоснабжение, вентиляция», «Строительство тепловых и атомных станций», «Автомобильные дороги», «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены» и исполнители: Белорусский национальный технический университет (БНТУ), ОАО «Инкотех». В соответствии с программой, в БНТУ разработано и внедрено научно-методическое обеспечение образовательных программ комплексной автоматизации проектирования и управлению жизненным циклом здания, сооружения по специальностям: «Архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», «Мосты, транспортные тоннели и метрополитены», началась подготовка студентов по новой специальности «Современные информационные технологии в строительстве».

При этом образовательные стандарты 1 и 2 ступеней высшего образования не претерпели изменений в направлении внедрения и использования BIM. Поэтому адаптация существующих образовательных стандартов для приобретения выпускниками BIM-компетенций является актуальной задачей для Полоцкого государственного университета.

Основная часть. Инженерно-строительный факультет Полоцкого государственного университета осуществляет выпуск бакалавров по строительным специальностям «Архитектура», «Промышленное и гражданское строительство», «Автомобильные дороги», «Экспертиза и управление недвижимостью» и магистров по специальности «Строительство».

Далее рассмотрим, как можно адаптировать существующие компетенции из образовательных стандартов [4-8] для успешного освоения BIM-технологий.

Академическая и социально-личностная компетенции общие для всех специальностей инженерно-строительного факультета:

– академическая компетенция – «иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером», обеспечивающая студенту начало работы по созданию BIM;

– социально-личностная компетенция – «уметь работать в команде», освоение данной компетенции позволит студенту организовывать совместную эффективную работу над BIM различными участниками строительства.

Профессиональные компетенции.

Специальность «Архитектура».

– «владеть навыками эскизного, рабочего, демонстрационного моделирования», освоение данной компетенции позволит студенту в короткие сроки создавать эскизную, рабочую, демонстрационную модели с помощью формообразующих, например, в программе Autodesk Revit;

– «разрабатывать графическую часть проектной документации на все виды архитектурно-территориальных, архитектурно-строительных, архитектурно-ландшафтных объектов (в том числе с применением компьютеров)» освоение данной компетенции с использованием программ для разработки BIM-моделей позволит студенту стать полноценным участником процесса по информационному моделированию зданий;

– «организовывать работу малых коллективов исполнителей для достижения поставленных целей», «взаимодействовать со специалистами смежных профилей» освоение данных компетенций с использованием облачных и сетевых технологий BIM позволит организовать работу отдельных исполнителей в разных городах, странах, а также с учётом карантинных мероприятий;

– «обеспечить требуемое качество проектной продукции» освоение данной компетенции позволит использовать различные программы, например, Autodesk Revit и Autodesk Navisworks Manage для определения коллизий и нестыковок в BIM на всех этапах жизненного цикла строительного объекта, использовать язык визуального программирования Dynamo Autodesk Revit для машинного обучения проектированию.

Специальность «Промышленное и гражданское строительство».

– «определять объёмы строительно-монтажных работ и потребность в материалах и оборудовании для решения производственных задач на основе правил, норм и технической документации», освоение данной компетенции позволит студенту использовать BIM для определения объёмов работ в программе Autodesk Revit, подбора строительных машин и оборудования в программе Nanocad Стройплощадка;

– «организовывать мероприятия по обеспечению энергосбережения и соблюдения экологической безопасности при выполнении строительно-монтажных работ», освоение данной компетенции позволит использовать BIM для проектирования и строительства «умных» зданий – smart buildings;

– «проектировать конструктивные схемы зданий и сооружений различного функционального назначения в составе группы специалистов или самостоятельно», освоение данной компетенции позволит осуществлять проектирования в программе Autodesk Revit, выполнять экспорт-импорт конструктивной схемы в расчётную программу Autodesk Robot дистанционно;

– «разрабатывать проекты организации строительства, проекты производства работ и технологические карты на отдельные виды работ», освоение данной компетенции позволит использовать для определения продолжительности строительства программу Microsoft Project совместно с программой Autodesk Navisworks Manage, для проектирования строительного генерального плана и технологических карт программу Nanocad Стройплощадка;

– «организовывать и осуществлять производственную деятельность по возведению зданий и сооружений в соответствии с проектной документацией и действующими нормативными документами», освоение данной компетенции позволит использовать в BIM данные, получаемые с датчиков, встроенных в строительные конструкции, осуществлять удалённый мониторинг за ходом строительства, вносить изменения в график производства работ;

– «осуществлять поиск, систематизацию и анализ информации по перспективам развития строительной отрасли, инновационным технологиям, проектам и решениям», освоение данной компетенции позволит ускорить работу по созданию и оптимизации BIM, используя, например, язык программирования Dynamo для Autodesk Revit.

Специальность «Экспертиза и управление недвижимостью».

– «осуществлять на объектах работу по совершенствованию организации производства работ и труда, внедрения системы качества, рационализации, экономии строительных материалов», освоение данной компетенции позволит использовать программу Microsoft Project для определения продолжительности строительства с привязкой к программе Autodesk Navisworks Manage; использовать в BIM данные, получаемые с датчиков, встроенных в строительные конструкции, осуществлять удалённый мониторинг за ходом строительства в программе Autodesk Navisworks Manage, вносить изменения в график производства работ;

– «выполнять геодезическую съёмку и метрологические измерения», освоение данной компетенции позволит использовать для обработки и передачи облака точек и/или результатов измерения в BIM с использованием программы Autodesk Civil 3D;

– «подготавливать техническую документацию к тендерам, проводить экспертизу тендерных материалов и консультаций заказчиков проектов по этим материалам», освоение данной компетенции позволит проводить презентацию BIM для заказчика в формате дополненной реальности (AR) или виртуальной реальности (VR) с использованием плагина InsiteVR для Autodesk Navisworks Manage;

– «осуществлять инспектирование качества проектно-сметной документации, объектов строительства на различных стадиях», освоение данной компетенции позволит использовать различные программы, например, Autodesk Navisworks Manage для определения коллизий и нестыковок в BIM на всех этапах жизненного цикла строительного объекта;

– «формировать рыночную стратегию предприятия, включая моделирование строительного производства, организацию материально-технического обеспечения, планирование и подготовку строительных объектов», освоение данной компетенции позволит использовать различные программы для формирования рыночной стратегии предприятия, а именно создание планов управления проектами, разработка сметной документации с привязкой к BIM, например, Microsoft Project, Autodesk Navisworks Manage, ABC-РНТЦ.

Специальность «Автомобильные дороги».

– «проводить анализ и оценку инженерно-геологических и гидрологических условий строительства транспортных сооружений; учитывать влияние этих условий на выбор конструктивных и технологических решений», освоение данной компетенции позволит обрабатывать и передавать в BIM результаты инженерно-геологических

и гидрологических изысканий, например, в программе Autodesk Civil 3D, определять необходимый объём работ по вертикальной планировке площадки под строительство транспортных сооружений;

- «компоновать общую схему сооружения, конструирования элементов и узлов с учётом результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ», освоение данной компетенции позволит использовать BIM для накопления, систематизации и анализа всей информации о сооружении;

- «разрабатывать техническую документацию на проектируемое транспортное сооружение», освоение данной компетенции позволит использовать BIM-технологии для разработки технической документации на проектируемое транспортное сооружение; оперативного просмотра технической документации на проектируемое транспортное сооружение всеми участниками строительства;

- «использовать проект объекта и техническую документацию, проводить строительно-монтажные работы в соответствии с правилами и нормами», освоение данной компетенции позволит заменить проект объекта и техническую документацию на BIM и для проведения строительно-монтажных работ, использовать мобильные средства работы с BIM, например, программу Autodesk Navisworks Manage;

- «осуществлять постоянный технический надзор за состоянием эксплуатируемых транспортных сооружений», освоение данной компетенции позволит в BIM непрерывно и автоматизировано получать и обрабатывать показатели с датчиков состояния эксплуатируемых транспортных сооружений;

- «разрабатывать методы организации, планирования и управления строительством транспортных сооружений», освоение данной компетенции позволит использовать различные программы для организации, планирования и управления строительством транспортных сооружений, а именно создание планов управления проектами, разработка сметной документации с привязкой к BIM, например, Microsoft Project, Autodesk Navisworks Manage, ABC-РНТЦ;

- «организовывать работу коллективов исполнителей для достижения поставленных целей», освоение данной компетенции позволит использовать BIM для организации совместной дистанционной работы всех участников строительства и эксплуатации транспортного сооружения;

- «осуществлять экологический мониторинг дорожно-транспортных коммуникаций, на объектах дорожного хозяйства», освоение данной компетенции позволит в BIM получать и обрабатывать показатели с датчиков экологического состояния объекта, осуществлять непрерывный и автоматизированный экологический мониторинг.

Магистратура специальность «Строительство».

- академическая компетенция «самостоятельно изучать новые методы проектирования, исследований, организации производства, изменять научный и производственный профиль своей профессиональной деятельности», освоение данной компетенции позволит использовать BIM-технологии в научной и инновационной деятельности;

- академическая компетенция «использовать базы данных, пакеты прикладных программ и средства компьютерной графики», освоение данной компетенции позволит использовать BIM как универсальную базу данных, с которой можно работать в пакетах прикладных программ и средствах компьютерной графики;

– социально-личностная компетенция «уметь работать в команде, руководить и подчиняться», освоение данной компетенции позволит организовать совместную эффективную работу над BIM участников строительства и научных коллективов;

– профессиональная компетенция «вести разработку эскизных, технических и рабочих проектов сложных объектов с использованием средств автоматического проектирования», освоение данной компетенции позволит создавать BIM сложных объектов, вносить в BIM библиотеки и семейства результаты собственных научных работ, полученных в процессе работы над магистерской диссертацией.

Таким образом, компетенции из образовательных стандартов можно превратить в BIM-компетенции, освоение которых будет происходить в результате изучения учебных дисциплин в последовательности, совпадающей с жизненным циклом строительного объекта: предынвестиционный цикл (функции заказчика, предпроектная документация, технико-экономическое обоснование, инженерные изыскания), инвестиционный цикл (проектная документация: создание BIM; проект производства работ на основе BIM; взаимодействие с информационной моделью: экспертиза проектной документации, технический надзор, авторский надзор, Госстройнадзор), цикл эксплуатации (управление и эксплуатация объектом; принятие решений по текущему, капитальному ремонту, реконструкции, модернизации, реставрации, сносу).

Заключение. В Республике Беларусь происходит поэтапное внедрение BIM-технологий в строительстве, имеются положительные тенденции в области инновационной подготовки кадров для строительной отрасли.

На инженерно-строительном факультете Полоцкого государственного университета идёт работа по дальнейшему развитию внедрения BIM-технологий, а именно внедрение в курсовое и дипломное проектирование, магистерские диссертации заданий по созданию цифровых двойников (digital twins) зданий и сооружений, а также «умных» зданий (smart buildings). Кроме того, использование BIM для создания модели энергопотребления (энергетического баланса) здания (BEM). BEM позволяет выделить наиболее эффективные с энергетической точки зрения процессы и части здания для их оптимизации и принимать решения по уменьшению сроков и стоимости строительного проекта, стоимости эксплуатации здания. Использование BIM для определения, мониторинга и прогнозирования процессов тепло- и массообмена в воздушной среде исследуемого объекта с использованием методов вычислительной гидродинамики (CFD, Computational Fluid Dynamics). Для этого BIM сохраняется в специальном формате данных gbXML (Green Building XML schema), расчёты могут выполняться в программах Autodesk Green Building Studio – BEM, STAR-CCM+ – CFD.

ЛИТЕРАТУРА

1. О приоритетных направлениях развития строительной отрасли / Директива Президента Республики Беларусь, 4 марта 2019 г., № 8 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://www.pravo.by/upload/docs/op/P01900008_1551733200.pdf. - Дата доступа: 07.09.2019.
2. Талапов, В. В. Технология BIM: суть и основы внедрения информационного моделирования зданий / В. В. Талапов. - М : ДМК-пресс, 2015. - 410 с.
3. Об утверждении отраслевой программы по разработке и внедрению информационных технологий комплексной автоматизации проектирования и поддержки жизненного цикла зда-

- ния, сооружения на 2012 - 2015 годы: постановление Министерства архитектуры и строительства Респ. Беларусь, от 31 января 2012г., № 4 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – № 2/1742.
4. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-69 01 01 Архитектура. Квалификация Архитектор / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. - Введен 2013-08-30. - Минск : М-во образования РБ, 2013. - 33 с. - (Образовательный стандарт высшего образования).
 5. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-70 02 01 Промышленное и гражданское строительство. Квалификация Инженер-строитель / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. - Введен 2013-08-30. - Минск : М-во образования РБ, 2013. - 28 с. - (Образовательный стандарт высшего образования).
 6. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1 - 70 02 02 Экспертиза и управление недвижимостью. Квалификация Инженер-специалист по недвижимости / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. - Введен 2013-08-30. - Минск : М-во образования РБ, 2013. - 29 с. - (Образовательный стандарт высшего образования).
 7. Высшее образование. Первая ступень. Специальность 1-70 03 01 Автомобильные дороги. Квалификация Инженер-строитель / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. - Введен 2013-08-30. - Минск : М-во образования РБ, 2013. - 34 с. - (Образовательный стандарт высшего образования).
 8. Высшее образование. Вторая ступень. Специальность 1-70 80 01 Строительство. Квалификация Магистр / Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет. - Введен 2012-09-01. - Минск : М-во образования РБ, 2012. - 18 с. - (Образовательный стандарт высшего образования).

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АРХИТЕКТУРЫ БЕЛОРУССКОГО ПОДВИНЬЯ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ**

Электронный сборник статей

МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Новополоцк, 26–27 ноября 2020 г.)

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2021

1 – дополнительный экран – сведения об издании

УДК 72(082)

Редакционная коллегия:
Р. М. Платонова (председатель),
В. В. Васильева (отв. секретарь),
Л. М. Парфенова, Е. Д. Лазовский, В. Е. Овсейчик

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ БЕЛОРУССКОГО ПОДВИНЬЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ [Электронный ресурс] : электрон. сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф., Новополоцк, 26–27 нояб. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; редкол.: Р. М. Платонова [и др.]. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2021. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).

ISBN 978-985-531-734-1.

Представлены итоги исследований, освещающие проблемы истории архитектуры, градостроительства и искусства, современной архитектуры, дизайна и строительства, научно-методические проблемы преподавания архитектурных, дизайнерских и строительных дисциплин.

Предназначен для специалистов в области архитектуры и проектирования, преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов архитектурных, дизайнерских и строительных специальностей.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса.
Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59 95 11, e-mail: r.platonowa@psu.by; u.auseichyk@psu.by

№ госрегистрации 3671815379.

ISBN 978-985-531-734-1

© Полоцкий государственный университет, 2021

2 – дополнительный титульный экран – производственно-технические сведения

Для создания текстового электронного издания «Актуальные проблемы архитектуры Белорусского Подвинья и сопредельных регионов» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
АРХИТЕКТУРЫ БЕЛОРУССКОГО ПОДВИНЬЯ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ**

Электронный сборник статей

МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Новополоцк, 26–27 ноября 2020 г.)

Технический редактор *А. А. Прадидова.*

Компьютерная верстка *А. А. Прадидовой.*

Компьютерный дизайн обложки *Е. А. Балабуевой.*

Подписано к использованию 27.04.2021.

Объем издания: 11,4 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 420.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>