

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ В ВУЗЕ В УСЛОВИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА И ТЕХНОЛОГИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ»

© О.А. Бессонова, Л.И. Миронова

Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Российская Федерация, 620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19

Поступила в редакцию 15.12.2023

Окончательный вариант 16.03.2024

■ Для цитирования: Бессонова О.А., Миронова Л.И. Цифровая трансформация строительной подготовки в вузе в условиях использования электронного образовательного ресурса по дисциплине «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий» // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия «Психолого-педагогические науки». 2024. Т. 21. № 2. С. 75-94. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2024.2.6>

Аннотация. В контексте цифровой трансформации инженерно-строительной подготовки в статье рассмотрен электронный образовательный ресурс (ЭОР), реализованный с применением технологии BIM-проектирования (англ. Building Information Modelling, информационная модель объекта) для изучения дисциплины «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий» в Институте строительства и архитектуры Уральского федерального университета. Недостаточно развитая российская нормативная база и ограниченное распространение отечественных программ автоматизированного проектирования тормозят цифровую трансформацию как строительной отрасли, так и системы образования и определяют актуальность тематики статьи. Цель статьи – описание возможностей применения ЭОР с использованием систем автоматического проектирования при разработке информационных моделей реконструируемых объектов для подготовки бакалавров-строителей, а также анализ состояния нормативных актов для регулирования сферы информационного проектирования. Для достижения цели статьи были решены следующие задачи: уточнена терминология по информационной модели объекта для использования в процессе обучения; проведен анализ состояния нормативных документов по теме цифрового моделирования; приведены примеры использования BIM-технологий при реконструкции строительных объектов; проведена оценка значимости рассмотренной технологии в процессе подготовки выпускников для строительной отрасли. Объект исследования – процесс подготовки будущих бакалавров строительства, обучающихся на кафедре промышленного, гражданского строительства и экспертизы недвижимости (ПГС и ЭН) Уральского федерального университета (УрФУ), с применением электронного образовательного ресурса и методов цифрового проектирования для реконструкции объектов строительства. Предмет исследования – формирование у будущих бакалавров-строителей необходимой профессиональной компетентности в области технической экспертизы и технологии реконструкции зданий с использованием ЭОР, реализованного с применением технологии BIM-проектирования. Результат – разработка учебно-методического обеспечения дисциплины «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий», основанного на использовании цифровой технологии «Дополненная реальность», освоение которого направлено на формирование у бакалавров умений разрабатывать цифровые модели зданий, эффективно использовать полученные знания для планирования и распределения ресурсов (материальных, финансовых, трудовых) при организации работ по реконструкции. Научная новизна исследования состоит: в выявлении социальной значимости применения технологии BIM-проектирования для целей реконструкции строительных объектов; в разработке структуры содержания базового блока подготовки бакалавров с целью формирования профессиональной компетентности в области реконструкции строительных объектов в условиях цифровой образовательной среды вуза; в разработке современного учебно-методического обеспечения учебного процесса, учитывающего цифровую трансформацию инженерной подготовки, применение которого позволит формировать у выпускников необходимую профессиональную компетентность для работы в условиях информационно-проектировочной среды. Практическая значимость состоит в применении разработанного ЭОР в процессе обучения, что способствует развитию интереса со стороны студентов и формирует необходимую профессиональную компетентность будущих инженеров-строителей, повышая их конкурентные качества для будущей работы в информационно-проектировочной среде.

Ключевые слова: электронный образовательный ресурс, цифровая трансформация образования, BIM-проектирование, дополненная реальность.

DIGITAL TRANSFORMATION OF CONSTRUCTION TRAINING AT THE UNIVERSITY IN CONDITIONS OF USING AN ELECTRONIC EDUCATIONAL RESOURCE FOR THE DISCIPLINE «TECHNICAL EXPERTISE AND TECHNOLOGY FOR BUILDING RECONSTRUCTION»

© O.A. Bessonova, L.I. Mironova

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin
19, Mira st., Yekaterinburg, 620002, Russian Federation

Original article submitted 15.12.2023

Revision submitted 16.03.2024

■ For citation: Bessonova O.A., Mironova L.I. Digital transformation of construction training at the university in conditions of using an electronic educational resource for the discipline «Technical expertise and technology for building reconstruction». Vestnik of Samara State Technical University. Series Psychological and Pedagogical Sciences. 2024; 21(2):75–94. DOI: <https://doi.org/10.17673/vsgtu-pps.2024.2.6>

Abstract. In the context of the digital transformation of engineering and construction training, the paper discusses an electronic educational resource (EER), implemented by means of BIM design technology (Building Information Modelling, information model of an object) for studying the discipline «Technical expertise and technology of building reconstruction» at the Institute of Construction and Architecture of the Ural Federal University. The relevance of the study can be explained by the fact that insufficiently developed Russian regulatory framework and the limited distribution of domestic computer-aided design programs slow down the digital transformation of both the construction industry and the education system. The aim of the research is to describe the possibilities of electronic educational media using automatic design systems in the development of information models of reconstructed objects for the training of civil engineering bachelors, as well as to analyze regulations for overseeing the field of information design. To reach the aim of the study, the following objectives were achieved: the terminology has been clarified for the information model of the object for use in the learning process; the analysis of regulatory documents was carried out on the topic of digital modeling; examples of the use of BIM-technologies in the reconstruction of construction projects were given; an assessment was made of the significance of the technology considered in the process of training graduates for the construction industry. The object of the study is the process of training future construction workers at the Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise of the Ural Federal University using an EER and digital design methods for the reconstruction of construction projects. The subject of the study is the development of future civil engineers' professional competence in the field of technical expertise and technology for the reconstruction of buildings using EER, implemented by means of BIM-design technology. The result is the development of educational and methodological support for the discipline «Technical Expertise and Technology of Building Reconstruction», based on the use of digital technology «Augmented Reality», which is aimed at developing bachelor skills for designing digital models of buildings and effectively use acquired knowledge for planning and distribution of resources (material, financial, labor) when organizing reconstruction work. The scientific novelty of the research consists of identifying the social significance of BIM design technology for the purpose of reconstruction of construction sites; developing the structure of the content of the basic block of bachelor training in order to develop professional competence in the field of reconstruction of construction projects in the digital educational environment of the university; the development of modern educational and methodological support for the educational process, taking into account the digital transformation of engineering training, the use of which will allow graduates to develop the necessary professional competence to work in an information and design environment. The practical significance is in the application of the developed EER in the learning process, which contributes to the development of students' interest, forms the necessary professional competence of future civil engineers, increasing their competitive qualities for future work in the information and design environment.

Keywords: electronic educational resource, digital transformation of education, BIM design, augmented reality.

Введение

Информатизация образования как неотъемлемая часть процесса *цифровой трансформации* образования характеризуется активным и систематическим использованием *цифровых технологий* (англ. *Digital technology*) в обучении студентов всех специальностей.

В научных работах российских ученых последних лет, посвященных *цифровой трансформации образования*, внедрению в обучение *цифровых технологий*, отмечается повышение качества результатов обучения в связи с активным и систематическим использованием таких технологий и реализацией в образовательной практике результатов достижений научно-технического прогресса современного информационного общества [1–12].

Для строительного производства применяются разработки в области проектирования, которые позволяют создавать 3D-модели непосредственно на чертеже. Подробные интерактивные модели проектов создаются при помощи технологии *цифрового проектирования* (CAD (англ. *computer-aided design*), BIM). Системы автоматизированного цифрового проектирования позволяют визуализировать итоги работ, масштабировать модель и выполнять «примерки» объекта на местности, то есть получать вполне реалистичное представление о результатах нового или реконструируемого объекта и вносить любые изменения до начала строительных и ремонтных работ.

С 2008 года в нашей стране инициирована цифровая трансформация государственного управления и всех отраслей экономики, однако эффект от этих преобразований в области строительства далеко не очевиден.

По данным ведущего стратегического агентства *Strategy Partners* (АО «СПГ»), внедрение инструментов цифровой трансформации экономики (в том числе строительства) пока не приносит ощутимого эффекта [13]. Исследование было проведено *Strategy Partners* в апреле 2023 г. в целях анализа *текущего уровня и приоритетов цифровой трансформации* более 230 российских девелоперских и строительных компаний, а также динамики изменения ситуации с цифровизацией в отрасли по сравнению с 2019 годом.

С одной стороны, результаты опроса демонстрируют ощутимый прогресс в понимании представителей строительных компаний значимости своих приоритетов в области цифровой трансформации относительно 2019 года, а с другой стороны, уровень цифровизации компаний пока еще очень низкий и преимущественно сконцентрирован в сфере внутреннего документооборота, процессов маркетинга и продаж.

Наиболее популярные цифровые технологии у девелоперских и строительных компаний (указан процент широкого применения технологии в компании): *цифровое проектирование CAD, PLM, BIM* (18 %); облачные технологии в процессе строительства (21 %); электронный документооборот на всех этапах девелоперского проекта (29 %).

На рынке технологий проектирования в настоящее время представлены многочисленные продукты отечественных разработчиков: Renga (разработчик *Renga Software*), NanoCAD (разработчик «Нанософт Разработка»), КОМПАС-3D (разработчик «Аскон») и др.

Таким образом, цифровое проектирование в строительстве остается прерогативой немногих компаний, которые вынуждены преодолевать внешние

препятствия в виде запретов на применение программных продуктов зарубежного производства (и вынужденное использование отечественных и не всегда универсальных разработок) и внутренние в виде ограниченного круга потребителей цифровых услуг, нежелания или отсутствия возможности использовать программные продукты государственными компаниями и частными лицами, участниками строительного рынка.

Тем не менее по результатам исследования *Strategy Partners* можно отметить наиболее приоритетные сферы развития и внедрения средств цифровой трансформации в ближайшие 2–3 года в генподрядных строительных организациях:

- *подготовка проектной документации;*
- *контроль строительных работ;*
- *контроль безопасности на строительной площадке;*
- *управление проектами.*

Данные обстоятельства вселяют надежду на то, что процесс цифровой трансформации строительной отрасли будет распространяться и проникать в процессы проектирования, строительства, экспертизы, реконструкции, капитального ремонта. Этот процесс, несомненно, должен привести к существенным изменениям и в образовательной сфере, о чем свидетельствуют исследования отечественных и зарубежных ученых [14–20].

Рассмотрим положительные моменты применения цифровых технологий в процессе обучения студентов направления «Строительство», уровень «Бакалавриат», обучающихся в Институте строительства и архитектуры УрФУ, при изучении курса «Технология реконструкции зданий и сооружений». В рамках освоения этого курса студенты изучают порядок технического обследования, выполняют расчеты остаточной несущей способности с учетом выявленных дефектов и повреждений, изучают методы усиления, восстановления и преобразования конструкций объекта, а также технологию производства работ. Все учебно-методические материалы для обеспечения учебного процесса составляют контент электронного образовательного ресурса (ЭОР). Его реализация в процессе преподавания дисциплины позволяет решать следующие многофункциональные образовательные задачи, сформулированные в работах И.В. Роберт [6–12]:

- *скоростной поиск информации*, ее визуализация, графическая интерпретация, модификация, обработка, в том числе больших объемов структурированной и неструктурированной (или поврежденной) информации. Для ускорения поиска в ЭОР приведены ссылки на нормативные документы и электронные ресурсы по темам лекций. Для наглядного представления дефектов и повреждений объектов строительства представлены фото- и видеоматериалы, а также графические материалы по методам усиления. Для формирования умений работать с документацией задания к практическим работам содержат техническую документацию – студенты ее анализируют, изучают приемы ее обработки и цифровизации, а также приведение этих данных к актуальным требованиям проектирования;
- *адаптация информационных систем* к новым технико-технологическим условиям. Осуществляется за счет представления учебно-методического контента с использованием технологий мультимедиа, гипертекста, гипермедиа;

- *идентификация личности* студента, его легитимный допуск к информационным источникам. Обеспечивается организацией допуска к материалам ЭОР через прохождение всеми студентами процедуры регистрации. Все действия обучающегося с помощью ЭОР педагог может отследить в личном кабинете студента, а полученные студентом баллы фиксируются в электронном журнале оценок;
- *одновременное участие большого количества студентов* в *web-конференциях*, обеспечиваемое в структуре ЭОР доступом к приложению, позволяющему проводить консультации в режиме on-line (видеоконференции Big Blue Button);
- *интеллектуализация* информационной деятельности и информационного взаимодействия между участниками обучения, обеспечиваемая организацией обучения студентов с использованием материалов ЭОР в сочетании с традиционной организацией учебного процесса при очных занятиях, в рамках которой созданы условия для самостоятельного приобретения знаний за счет использования разнообразных источников информации, что позволяет студентам активно применять приобретенные знания на практике для решения реальных инженерных задач и стимулирует раскрытие их интеллектуального потенциала;
- *автоматизация всех видов контроля результатов* образовательной деятельности, которая обеспечивается в ЭОР мероприятиями текущего и итогового контроля, осуществляемыми средствами систем тестирования.

Применение *цифровых технологий* неконтактного информационного взаимодействия и перенос реальной действительности в виртуальную, использующую BIM-моделирование, позволяет:

- *расширить границы восприятия* студентов виртуального пространственно-временного представления реальной действительности за счет взаимодействия с виртуальными моделями, углубить понимание взаимосвязей разных конструктивных элементов, оценить последствия негативного влияния повреждений на модель конструкции в соразмерном масштабе;
- организовать *неконтактное информационное взаимодействие* студента с виртуальным объектом или его участие в процессах создания виртуальной реальности, а также предоставить возможность выбора наиболее эффективного средства восстановления или подходящего метода усиления;
- *визуализировать процесс* подбора элементов усиления, их масштабного приложения к участкам повреждения, оценить результат восстановления конструкций и закономерности влияния условий среды на свойства материала, участвовать в «открытии» новых способов усиления (ведь большинство технических решений по усилению конструкций выполняются под конкретное условие, среду, конструкцию) и установке взаимосвязи между объектами или отдельными его частями;
- активизировать *познавательную деятельность* студента, предоставив ему возможность приобретения личного опыта виртуального влияния на исследуемые или усиливаемые конструкции, процессы, объекты.

В процессе разработки описываемого ЭОР был проведен анализ основных понятий и нормативных документов, применяемых в строительстве, которые уточняют терминологию и определяют порядок формирования цифровых моделей.

Информационная модель объекта капитального строительства (отечественный аналог названия BIM, определение термина приведено в п. 10.3 Градостроительного кодекса РФ) [21] – совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства.

Необходимость разработки информационной модели указана в статье 57.5 Градостроительного кодекса РФ: застройщик, технический заказчик... обеспечивают формирование и ведение *информационной модели*.

Следует отметить, что с 1 июня 2024 г. *создание информационной модели объекта* будет обязательным для объектов с бюджетным финансированием, а также для объектов, проектная документация которых подлежит экспертизе.

В настоящее время действует очень небольшое число нормативных документов по вопросам цифрового моделирования:

- ГОСТ Р 10.0.02–2019 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства» [22];
- ГОСТ Р 10.0.03–2019/ИСО 29481–1:2016 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией» [23];
- ГОСТ Р 10.0.04–2019 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 2» [24];
- СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» [25].

Как видно из определений и наименований актов, *нормативная база* требует существенной доработки, а ее отсутствие вносит изрядный сумбур как в деятельность проектных организаций, так и в процесс подготовки кадров для строительной отрасли.

Обзор литературы

Методологической основой ЭОР послужили фундаментальные труды в области:

- основные направления методологии научного познания: системный подход (Берталанфи Л., Блауберг И.В., Садовский В.Н., Аверьянов А.Н., Кузьмина Н.В., Кустов Ю.А., Шадриков В.Д. и др.); компетентностный подход (Давыдов В.В., Зеер Э.Ф., Ларионова Г.Л., Хуторской А.В. и др.); деятельностный подход (Выготский Л.С., Лернер И.Я., Эльконин Д.В., Гальперин П.Я., Леонтьев А.Н., Талызина Н.Ф. и др.); личностный подход (Леонтьев А.Н., Ананьев Б.Г., Рубинштейн С.Л., Сластенин В.А. и др.);
- теории и методики профессионального образования (Абульханова - Славская К.А., Архангельский С. И., Новиков А.М., Сластёнин В.А., Талызина Н. Ф. и др.);
- теории и практики информатизации образования (Бешенков С.А., Ваграменко Я.А., Вострокнутов И. Е., Козлов О.А., Кузнецов А.А., Лапчик М.П.,

Мартиросян Л.П., Пак Н.И., Роберт И.В., Семакин И.Г., Хеннер Е.К., Шихнабиева Т.Ш. и др.);

- разработки и использования электронных образовательных ресурсов (Богомаз И.В., Долинер Л.И., Миронова Л.И., Насс О.В., Роберт И.В. и др.);
- теории компетентностного подхода (Болотов В.А., Бордовская Н.В., Вербицкий А.А., Зеер Э.Ф., Зимняя И.А., и др.);
- информационно-образовательной среды образовательного учреждения (Андреев А. А., Беляев Г. Ю., Зайцева Ж. Н., Марченко Е. К., Роберт И.В. и др.);
- организации и проведения педагогического эксперимента (Сердюков В.И., Сердюкова Н. А.; Стариченко Б.Е., Татур Ю. Г., Насс О.В.);
- теории игрофикации (Вербих К., Хантер Д., Зикерман Г., Линдер Д., Зорина О. Ю., Мак-Гонигал Дж., Нефедьев И., Бронникова М., Щепетова С.Е., Burmich, A., Marczewski A., Yu-kai Chou и др.).

Материалы и методы

Для решения педагогических задач при создании ЭОР применялись следующие методы:

- теоретический анализ научно-методической литературы, документальных источников и интернет-ресурсов; существующих нормативных актов по теме внедрения цифровых технологий в обучение;
- сравнение требований нормативных документов в области строительства по информационному моделированию объектов капитального строительства и использованием цифровых технологий виртуальной и дополненной реальности и положений учебно-методических материалов, позволяющих формировать у будущих инженеров-строителей профессиональную компетентность в области технологии реконструкции зданий и сооружений на базе применения виртуальной и дополненной технологий;
- моделирование положений учебно-методических материалов, уточняющих и разъясняющих принципы создания ЭОР;
- моделирование, внедрение и апробация ЭОР с использованием цифровых технологий в смешанном формате обучения;
- анализ результатов внедрения обучения с применения цифровых технологий.

Результаты и обсуждение

ЭОР «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий» разработан на основе веб-системы для организации и управления дистанционным обучением Moodle (от англ. *Modular Object Oriented Dynamic Learning Environment*) и предназначен для студентов направления подготовки «Строительство», уровень «Бакалавриат». Эту дисциплину изучают студенты 4-го курса специальностей ПГС («Промышленное и гражданское строительство», объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы). ЭОР используется в учебном процессе с июня 2021 г. на кафедре ПГС и ЭН.

Структура ЭОР включает лекционные материалы, методические рекомендации по практическим занятиям, глоссарий, мероприятия по текущему контролю и итоговой проверке в виде тестового контроля.

Учебно-методический блок	Справочные и ссылочные материалы Ведомости групп Консультации
Методический блок	Методические рекомендации по работе Рабочая программа График обучения Рейтинг-план дисциплины
Информационный блок	Лекции Учебные материал
Обучающий блок	Практические работы
Контролирующий блок	Вопросы для самопроверки Текущая аттестация Промежуточная аттестация Итоговая аттестация
Глоссарий	Основные понятия и термины

Рис. 1. Структура электронного образовательного курса

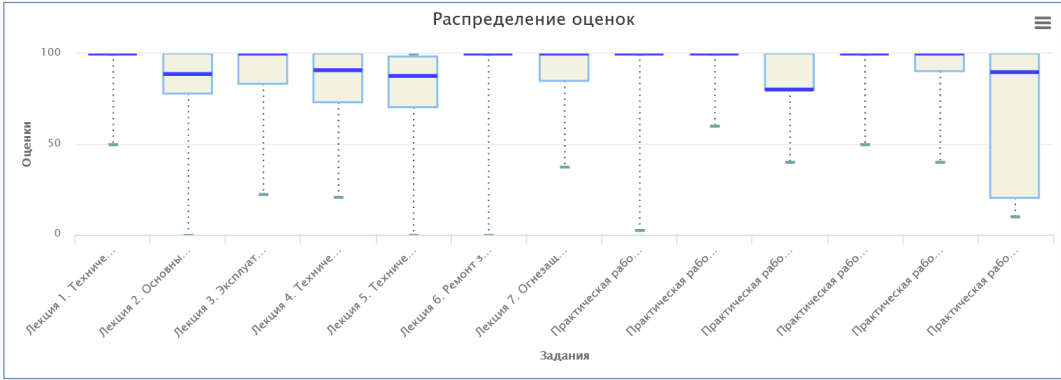
На рис. 1 представлена структура ЭОР по дисциплине «Техническая экспертиза и технология реконструкции зданий».

Учебно-методический блок содержит информацию об авторе ЭОР, справочные и ссылочные информационные материалы, ведомости групп, которые проходят обучение, с указанием текущих баллов каждого студента, управленческие элементы курса.

Методический блок содержит методические рекомендации по работе с ЭОР, рабочую программу дисциплины, график обучения и рейтинг-план дисциплины.

Информационный блок включает теоретический материал курса в виде электронных лекций. Каждая лекция состоит из нескольких тем, которые сопровождаются иллюстрированным материалом. В конце изучения каждой темы лекции студентам предлагаются тестовые вопросы в кластерах (несколько не повторяющихся вопросов при множественном прохождении одной темы).

В каждой лекции приведены содержание и библиографический список с указанием ссылок на нормативные документы для углубленного изучения материала. Каждый раздел дисциплины обеспечен материалами в текстовой форме (конспект лекции), дополнительными материалами (видеоролики с пояснениями лектора), видеообзорами материалов лекций. Лекцию можно оценивать баллами, которые записываются в журнал оценок.



Список заданий

Добавить все Убрать все

1 - Лекция 1. Техническая эксплуатация зданий	Удалить элемент из графика
2 - Лекция 2. Основные положения действующих норм и правил по эксплуатации зданий	Удалить элемент из графика
3 - Лекция 3. Эксплуатационные характеристики зданий и сооружений	Удалить элемент из графика
4 - Лекция 4. Техническое обслуживание зданий и сооружений	Удалить элемент из графика
5 - Лекция 5. Техническое обследование зданий и мониторинг технического состояния строительных конструкций	Удалить элемент из графика
6 - Лекция 6. Ремонт зданий и сооружений	Удалить элемент из графика

Рис. 2. Результаты выполнения заданий дисциплины

Лекционный материал включает актуальную информацию, соответствующую нормативным документам, техническим вопросам реконструкции и другим темам дисциплины. Все элементы лекций обновляются по мере внесения изменений в нормативные документы; в текущую версию ЭОР уже внесены изменения за 2024 г.

Обучающий блок включает методические указания для выполнения практических работ. Методические рекомендации по практическим занятиям дополнены видеоинструкциями с разборами основных тем и вопросов, подробным изложением методики расчетов по задачам и бланками для выполнения заданий. Практические работы оцениваются баллами, которые записываются в журнал оценок.

В практических работах студентам предоставляется возможность проявить навыки моделирования, оценить значимость владения инструментами автоматического проектирования при создании информационной модели всего объекта или отдельной конструкции.

Контролирующий блок позволяет реализовать все традиционные виды контроля: текущую аттестацию, зачет, экзамен. Вопросы для самопроверки в лекциях, тесты по практическим работам и текущей аттестации представлены в виде вопросов со «множественным выбором», «на соответствие», с «коротким ответом» или в виде вопросов открытого типа.

Результаты прохождения контрольных мероприятий и тестов фиксируются в ведомости группы и в журнале оценок по дисциплине, что позволяет самим студентам наблюдать, планировать и контролировать свою успеваемость.

Итоговый экзамен позволяет осуществить контроль в виде теста с помощью банка вопросов, который содержит 40 теоретических вопросов разной степени сложности. Контрольные задания подобраны для всех уровней усвоения материала: низкого, среднего и высокого.

На рис. 2 представлены результаты выполнения заданий с распределением оценок среди обучающихся на курсе. Эти данные, как и графики посещения, прохождения заданий и тестовых элементов курса, позволяют оценивать активность студентов.

Глоссарий содержит толковый словарь научных терминов и определений дисциплины, которые необходимо знать студенту после ее изучения.

Разработанный ЭОР признан одним из лучших в категории «Инженерное дело, технологии и технические науки» по результатам конкурса электронных образовательных ресурсов УрФУ в 2023 г.

Разработанный ЭОР позволяет студентам изучить основы применения технологии цифрового проектирования, знание которых помогает решать следующие актуальные инженерные задачи при *реконструкции и восстановлении* строительных объектов:

- *восстановление документации* на существующие объекты в виде интерактивного паспорта с учетом современных требований проектирования путем создания *информационной модели объекта капитального строительства (BIM-технологии* позволяют формировать не только графическую часть проекта, но и текстовую);
- *воссоздание первоначального облика исторических зданий* по сохранившимся архивным данным, но с применением современных материалов, соответствующих актуальным конструктивным, теплотехническим и экологическим нормам (*BIM-модель* может быть разработана со средствами дополненной реальности для исторической справки и представления преобразований, произошедших в ходе реконструкции, с указанием улучшенных свойств конструкций);
- *«оцифровка» всей создаваемой строительной документации* (проектной, рабочей, исполнительной, технологической), сохранение и использование ее эксплуатирующей организацией для внедрения системы электронного документооборота (*BIM-проекты* позволяют сохранять, изменять документацию после преобразования конструктивной схемы объектов в результате реконструкции, содержат конструктивную информацию о материалах, состоянии и дефектах конструкций, времени и гарантийных сроках ремонта и предоставляют ее инженерам эксплуатирующих организаций или специалистам при обследовании технического состояния для неразрушающего метода контроля состояния конструкций);
- *контроль состояния конструкции во время эксплуатации* при плановых или внеочередных осмотрах (*BIM-модели* содержат информацию о выявленных деформациях и повреждениях, обнаруженных при очередном техническом обследовании или осмотре, которая необходима инженерам эксплуатирующих организаций при оценке состояния конструкций для наглядного сравнения реального и зафиксированного состояния конструкций);

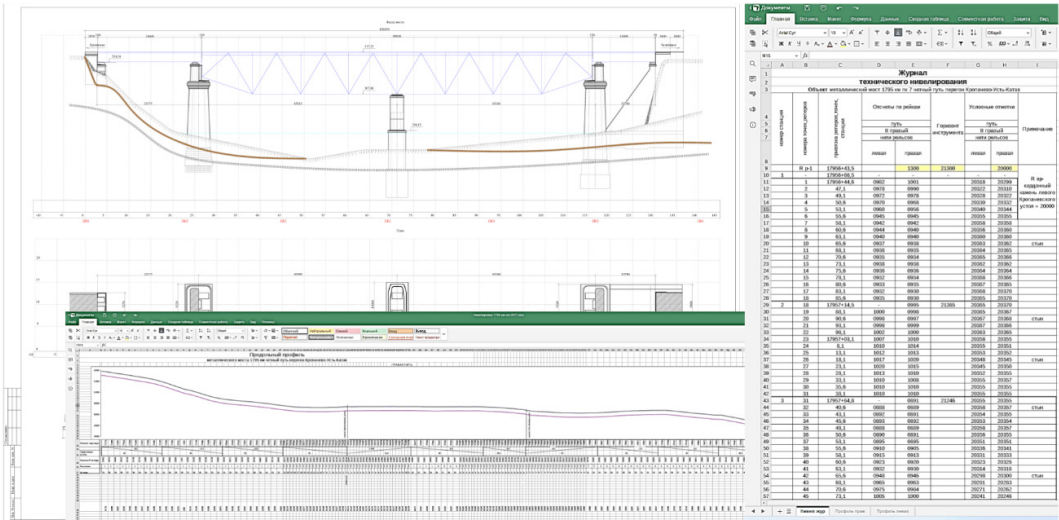


Рис. 4. Пример оцифрованной документации для технического обследования

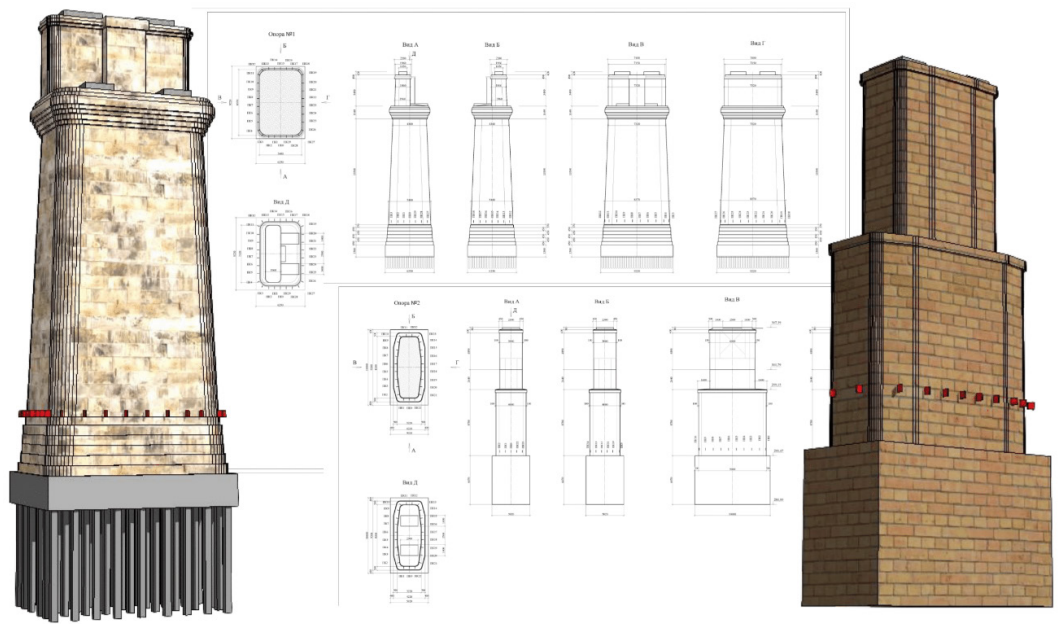


Рис. 5. Пример цифровой модели опор моста, созданной по восстановленной документации

- 2-й вариант: оцифровка документации и создание по ней цифровой модели объекта.

Пример выполнения практической работы:

- оцифровка документации проекта моста (год создания проекта – 1975 г.) (рис. 3);
- приведение документации в соответствие с действующими нормами проектирования для выполнения технического обследования (рис. 4);
- создание цифровой модели отдельных опор моста с указанием выявленных в ходе обследования дефектов и повреждений (рис. 5);

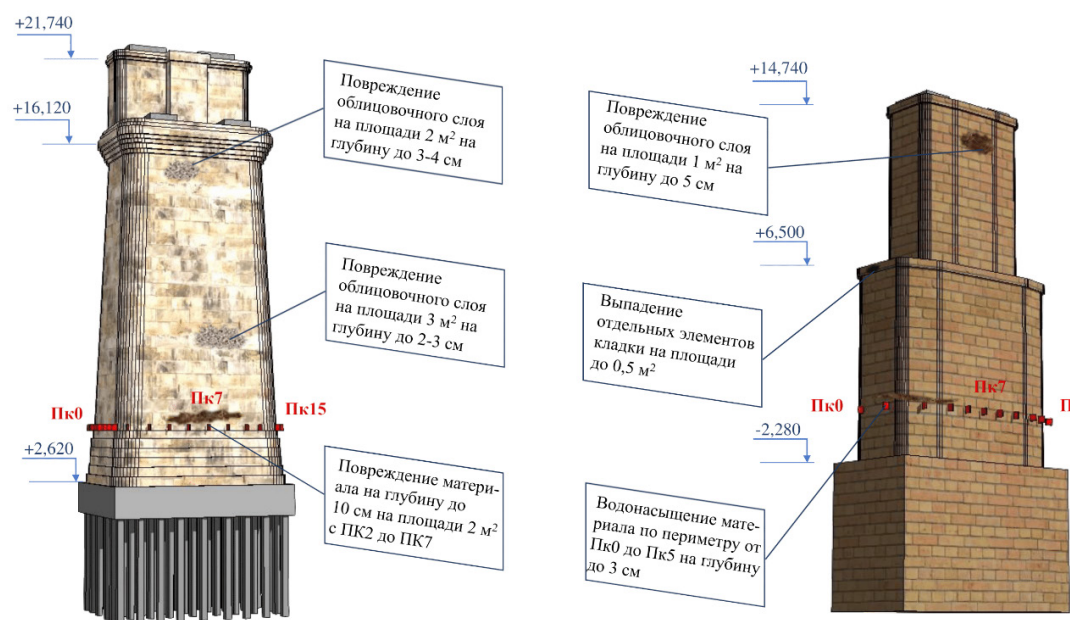


Рис. 6. Пример цифровой модели опор моста с контрольными метками и выявленными дефектами для последующих обследований и сопоставления реального состояния и достигнутого при обследовании

- создание технического паспорта объекта (в учебных целях – только опор моста) для передачи в эксплуатирующие службы (рис. 6).

На рис. 7 показана возможность последующего использования результата практической работы, выполненной с применением технологий цифрового проектирования и дополненной реальности.

Результатом обучения на базе разработанного ЭОР с применением цифровых технологий является сформированность у выпускников Института строительства и архитектуры в соответствии с требованиями ФГОС ВО «Строительство» необходимых профессиональных компетенций, под которой будем понимать совокупность:

- **знаний:**
 - основ технических расчетов конструкций по нормативным документам с учетом дефектов и повреждений, ссылки на электронные базы которых размещены в ЭОР;
 - состава проектов организации реконструкции, капитального ремонта, проектов производства работ, обеспечиваемых необходимыми учебными материалами, размещенными в ЭОР;
 - порядка проведения работ по усилению и восстановлению конструкций или объектов; для освоения этих знаний студент выполняет практические задания с помощью средств ЭОР: методических указаний, видеоинструкций;
- **умений:**
 - разрабатывать проектную, рабочую, организационно-технологическую документацию на проекты организации реконструкции, капитального ремонта, календарные планы выполнения работ по реконструкции, ремонту зданий и сооружений;



Рис. 7. Пример возможного использования результатов цифрового проектирования и технологии дополненной реальности при последующем обследовании (технология для применения на практике аттестованными специалистами)

- определять необходимое количество материальных и технических ресурсов для выполнения восстановительных работ;
- применять технологии BIM-проектирования для решения инженерных задач при усилении конструкций, реконструкции объекта или восстановительных работах;
- оформлять документацию по сдаче работ и объектов после реконструкции в эксплуатацию;
- **практического опыта:**
 - в области проектирования и реконструкции зданий, восстановления конструкций, достигаемых в ходе выполнения практических работ по методическим указаниями, видеоинструкциям, доступными в ЭОР.

Заключение

Информационно-проектировочная среда постоянно трансформируется благодаря достижениям в области цифровых технологий. В настоящее время законодателями разрабатываются нормативные акты в области цифровой трансформации разных отраслей экономики, в том числе строительства, которые совершенствуют инструменты нормативно-правового регулирования применения новых технологий, регламентируют использование технологии дополненной и виртуальной реальности, информационного моделирования при проектировании и строительстве и т. д.

Для развития процессов информационного взаимодействия между участниками инвестиционно-строительных проектов требуются квалифицированные специалисты, способные обеспечить решение инженерных задач при осуществлении профессиональной деятельности с использованием информационных и коммуникационных технологий.

Для того чтобы выпускникам – будущим специалистам уверенно взаимодействовать с другими участниками инвестиционно-строительного проекта, успешно использовать информационные модели, средства и технологии сбора, накопления, передачи и обработки проектной информации, они должны изучать и уметь использовать современные цифровые технологии, что, в свою очередь, повысит качество инженерной подготовки в вузе.

Технологии автоматизированного проектирования являются востребованным инструментом в строительной отрасли, их применение ведет к эффективному использованию ресурсов (материальных, финансовых, трудовых), поэтому они должны широко применяться в процессе инженерной подготовки.

Образовательный процесс в вузе, организованный на базе современного учебно-методического обеспечения, представленного в электронном формате, с внедрением практики цифрового проектирования, способствует развитию самостоятельной, познавательной, научно-исследовательской деятельности студентов, направленной на формирование их профессиональной компетентности.

Таким образом, учебный процесс, обеспеченный разработанными на научной основе, качественными электронными образовательными ресурсами, позволяет реализовать практико-ориентированный подход к обучению и способствует воспитанию будущих профессионалов строительного рынка.

ЭОР, включающий задания с применением *ВМ-технологий*, позволяет в *полной мере* реализовать практико-ориентированный подход к обучению. Применение цифровых технологий в процессе обучения способствует развитию интереса со стороны студентов, формирует необходимые конкурентные качества для их будущей работы в информационно-проектировочной среде.

Реализация вышеописанных возможностей цифровых технологий в процессе обучения студентов направления «Строительство», уровень «Бакалавриат» способствует интеллектуализации информационной деятельности, мастерскому владению инструментами исследования, моделирования, восстановления изучаемых объектов, всестороннему представлению процессов, как реальных, так и виртуальных, а также уверенному пользованию средствами проектирования виртуальной модели в соответствии с нормами.

Список литературы

1. Бижанов Е.Г. Технологии дополненной реальности в образовательной сфере (обзор) // Молодой ученый. – 2020. – № 31. – С. 321.
2. Вилисова А.Д. Совершенствование управления строительным проектированием на базе облачных технологий в условиях цифровизации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2021. – № 3. – С. 5–9.
3. Миронова Л.И. Взаимодействие участников процесса проектирования строительных объектов на базе облачной информационно-проектировочной среды // Сборник научных трудов II Научно-практической конференции «Информационная безопасность личности субъектов образовательного процесса в цифровой информационно-образовательной среде», 23 декабря 2020 г. – М.: Изд. центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2021. – С. 306–317.
4. Миронова Л.И. Облачная информационно-проектировочная среда как часть цифровой экосистемы в строительстве // Педагогическая информатика. – 2021. – № 4. – С. 3–8.

5. Оразбек К.А. Применение дополненной реальности в образовательном процессе // Юный ученый. – 2021. – № 8. – С. 49.
6. Роберт И.В. Перспективы использования иммерсивных образовательных технологий // Педагогическая информатика. – 2020. – № 3. – С. 141–159.
7. Роберт И.В. Характеристики информационно образовательной среды и информационно образовательного пространства // Мир психологии. – 2019. – № 2 (98). – С. 110–120.
8. Роберт И.В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенствования // Информатизация образования и науки. – 2020. – № 3 (47). – С. 3–16.
9. Роберт И.В. Аксиологический подход к прогнозу развития образования в условиях цифровой парадигмы // Инновационные процессы в профессиональном и высшем образовании: колл. монография / Авт.-сост.: М.Н. Стризанов, Е.Н. Геворкян, Н.Д. Подуфалов и др. – М.: Экон-Информ, 2020. – 358 с. – С. 47–73. ISBN 978-5-907233-89-8.
10. Роберт И.В. Цифровая парадигма современного периода информатизации образования: дидактический и технологический аспекты // Дистанционное образование в Республике Корея и Российской Федерации в посткоронавирусную эпоху: основные положения и направления. – Корея, ноябрь 27–28, 2020. – С. 59–337.
11. Роберт И.В. Тенденции развития дидактики в условиях цифровой трансформации современного образования // Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем: сборник трудов XXXIX Всероссийской научно-технической конференции. Ч. 5 / Под общ. ред. Ю.В. Астапенко, С.П. Столяревского; Серпухов: Филиал Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого, 25–26 июня 2020 г. – С. 178–194.
12. Роберт И.В. Стратегические ориентиры развития информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Информатизация образования: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 115-летию со дня рождения патриарха российского образования, великого педагога и математика, академика РАН С.М. Никольского (1905–2012 гг.), 29–31 октября 2020 г.; под ред. А.А. Русакова. – Орёл: ОГУ им. И.С. Тургенева, 2020. – 388 с. – С. 42–60.
13. Приоритеты цифровизации российских девелоперских и строительных компаний // Strategy Partners [Электронный ресурс]. – URL: <https://strategy.ru/research/research/39> (дата обращения: 20.09.2023).
14. Fishman B., Dede C., Means B., Gitomer H., Bell C.A. eds. Teaching and technology: New tools for new times. Handbook of Research on Teaching. Fifth Edition. AERA, 2016. 104 p.
15. Paulus Trena M., Friend A. Wise Looking for Insight, Transformation, and Learning in Online Talk. New York: Routledge, 2019. 216 p.
16. Picciano A.G. Theories and frameworks for online education: Seeking an integrated model. *Online Learning*. 2017. Vol. 21 (3). Pp. 166–190. DOI: 10.24059/olj.v21i3.1225.
17. Saleeb N., Marzouk M., Atteya U. A comparative suitability study between classification systems for BIM in heritage. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2018. Vol. 1 (13). Pp. 130–138. DOI: 10.2495/SDP-V13-N1-130-138.
18. Sampaio A.Z. The Introduction of the BIM Concept in Civil Engineering Curriculum. *International Journal of Engineering Education*. 2015. Vol. 31. 1(B). Pp. 302–315.
19. Casey M.J. Work in progress: How building informational modeling may unify IT in the civil engineering curriculum. *Annual Frontiers in Education Conference [Materials of the 38th Annual Frontiers in Education Conference]*. Saratoga Springs, NY, USA, 2008. Pp. S4J-5-S4J-6. DOI: 10.1109/FIE.2008.4720644.
20. Kovacic I., Filzmoser M., Kiesel K., Oberwinter L., Mahdavi A. BIM teaching as support to integrated design practice. *Gradjevinar*. 2015. Vol. 67, No. 6. Pp. 537–546. DOI: 10.14256/JCE.1163.2014.

21. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023) [Электронный ресурс]. – URL: <http://government.ru/docs/all/97828> (дата обращения: 20.09.2023).
22. ГОСТ Р 10.0.02-2019 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Отраслевые базовые классы (IFC) для обмена и управления данными об объектах строительства. Часть 1. Схема данных» (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 278-ст от 05.06.2019) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (дата обращения: 20.09.2023).
23. ГОСТ Р 10.0.03-2019/ИСО 29481-1:2016 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 1. Методология и формат» (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2019 г. № 279-ст) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (дата обращения: 20.09.2023).
24. ГОСТ Р 10.0.04-2019 «Система стандартов информационного моделирования зданий и сооружений. Информационное моделирование в строительстве. Справочник по обмену информацией. Часть 2. Структура взаимодействия» (утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 июня 2019 г. № 280-ст) [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (дата обращения: 20.09.2023).
25. СП 333.1325800.2020 «Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» (утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 31.12.2020) [Электронный ресурс]. – URL: https://minstroyrf.gov.ru/docs/16405/?sphrase_id=1950615 (дата обращения: 20.09.2023).

References

1. *Bizhanov E.G. Tekhnologii dopolnennoy real'nosti v obrazovatel'noy sfere (obzor)* [Augmented reality technologies in the educational field (review)]. *Molodoy uchenyy*. 2020. No. 31. P. 321.
2. *Vilisova A.D. Sovershenstvovaniye upravleniya stroitel'nym proyektirovaniyem na baze oblachnykh tekhnologiy v usloviyakh tsifrovizatsii* [Improving construction design management based on cloud technologies in the context of digitalization of the economy]. *Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya*. 2021. No. 3 (37). Pp. 5–9.
3. *Mironova L.I. Vzaimodeystviye uchastnikov protsessa proyektirovaniya stroitel'nykh ob'yektov na baze oblachnoy informatsionno-proyektirovochnoy sredy* [Interaction of participants in the design process of construction projects based on a cloud-based information and design environment]. *Sbornik nauchnykh trudov II Nauchno-prakticheskoy konferentsii «Informatsionnaya bezopasnost' lichnosti sub'yektov obrazovatel'nogo protsessa v tsifrovoy informatsionno-obrazovatel'noy srede», 23 dekabrya 2020 g.* Moscow: Izd. tsentr RGU nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina, 2021. Pp. 306–317.
4. *Mironova L.I. Oblachnaya informatsionno-proyektirovochnaya sreda kak chast' tsifrovoy ekosistemy v stroitel'stve* [Cloud information and design environment as part of the digital ecosystem in construction]. *Pedagogicheskaya informatika*. 2021. No. 4. Pp. 3–8.
5. *Orazbek K.A. Primeneniye dopolnennoy real'nosti v obrazovatel'nom protsesse* [Application of augmented reality in the educational process]. *Yunyy uchenyy*. 2021. No. 8. P. 49.
6. *Robert I.V. Perspektivy ispol'zovaniya immersivnykh obrazovatel'nykh tekhnologiy* [Prospects for the use of immersive educational technologies]. *Pedagogicheskaya informatika*. 2020. No. 3. Pp. 141–159.

7. Robert I.V. Kharakteristiki informatsionno obrazovatel'noy sredy i informatsionno obrazovatel'nogo prostranstva [Characteristics of the information-educational environment and information-educational space]. *Mir psikhologii*. 2019. No. 2 (98). Pp. 110–120.
8. Robert I.V. Tsifrovaya transformatsiya obrazovaniya: vyzovy i vozmozhnosti sovershenstvovaniya [Digital transformation of education: challenges and opportunities for improvement]. *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki*. 2020. No. 3 (47). Pp. 3–16.
9. Robert I.V. Aksiologicheskiy podkhod k prognozu razvitiya obrazovaniya v usloviyakh tsifrovoy paradigmy [An axiological approach to forecasting the development of education in the digital paradigm]. *Innovatsionnyye protsessy v professional'nom i vysshem obrazovanii: koll. monografiya. Avt.-sost.: M.N. Strizanov, E.N. Gevorkyan, N.D. Podufalov i dr.* Moscow: Ekon-Inform Publ., 2020. 358 p.
10. Robert I.V. Tsifrovaya paradigma sovremennogo perioda informatizatsii obrazovaniya: didakticheskiy i tekhnologicheskiy aspekty [Digital paradigm of the modern period of informatization of education: didactic and technological aspects]. *Distantsionnoye obrazovaniye v Respublike Koreya i Rossiyskoy Federatsii v postkoronavirusnuyu epokhu: osnovnyye polozheniya i napravleniya*. Korea, November 2020. Pp. 59–337.
11. Robert I.V. Tendentsii razvitiya didaktiki v usloviyakh tsifrovoy transformatsii sovremennogo obrazovaniya [Trends in the development of didactics in the context of digital transformation of modern education]. *Problemy effektivnosti i bezopasnosti funktsionirovaniya slozhnykh tekhnicheskikh i informatsionnykh sistem: sbornik trudov XXXIX Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii. Ch. 5. Pod obshch. red. Yu.V. Astapenko, S.P. Stolyarevskogo. Serpukhov. Serpukhov: Filial Voennoy akademii Raketnykh voysk strategicheskogo naznacheniya imeni Petra Velikogo, 25–26 iyunya 2020 g.* Pp. 178–194.
12. Robert I.V. Strategicheskiye oriyentiry razvitiya informatizatsii obrazovaniya v usloviyakh tsifrovoy transformatsii [Strategic guidelines for the development of informatization of education in the context of digital transformation]. *Informatizatsiya obrazovaniya: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 115-letiyu so dnya rozhdeniya patriarkha rossiyskogo obrazovaniya, velikogo pedagoga i matematika, akademika RAN S.M. Nikol'skogo (1905–2012 gg.), 29–31 oktyabrya 2020 g.; pod red. A.A. Rusakova.* Orel: OGU im. I.S. Turgeneva Publ., 2020. Pp. 42–60.
13. Prioritety tsifrovizatsii rossiyskikh developerskikh i stroitel'nykh kompaniy [Priorities of digitalization of Russian development and construction companies]. *Strategy Partners*. <https://strategy.ru/research/research/39> (accessed September 20, 2023).
14. Fishman B., Dede C., Means B., Gitomer H., Bell C.A. eds. Teaching and technology: New tools for new times. Handbook of Research on Teaching. Fifth Edition. AERA, 2016. 104 p.
15. Paulus Trena M., Friend A. Wise Looking for Insight, Transformation, and Learning in Online Talk. New York: Routledge, 2019. 216 p.
16. Picciano A.G. Theories and frameworks for online education: Seeking an integrated model. *Online Learning*. 2017. Vol. 21 (3). Pp. 166–190. DOI: 10.24059/olj.v21i3.1225.
17. Saleeb N., Marzouk M., Atteya U. A comparative suitability study between classification systems for BIM in heritage. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. 2018. Vol. 1 (13). Pp. 130–138. DOI: 10.2495/SDP-V13-N1-130-138.
18. Sampaio A.Z. The Introduction of the BIM Concept in Civil Engineering Curriculum. *International Journal of Engineering Education*. 2015. Vol. 31. 1(B). Pp. 302–315.
19. Casey M.J. Work in progress: How building informational modeling may unify IT in the civil engineering curriculum. *Annual Frontiers in Education Conference [Materials of the 38th Annual Frontiers in Education Conference]*. Saratoga Springs, NY, USA, 2008. Pp. S4J-5-S4J-6. DOI: 10.1109/FIE.2008.4720644.
20. Kovacic I., Filzmoser M., Kiesel K., Oberwinter L., Mahdavi A. BIM teaching as support to integrated design practice. *Gradjevinar*. 2015. Vol. 67, No. 6. Pp. 537–546. DOI: 10.14256/JCE.1163.2014.

21. Gradostroitel'nyy kodeks RF ot 29.12.2004 № 190-FZ (red. ot 04.08.2023) (s izm. i dop., vstup. v silu s 01.09.2023) [Urban Planning Code of the Russian Federation dated 12/29/2004 No. 190-FZ (as amended on 08/04/2023) (with amendments and additions, intro. effective from 09/01/2023)]. <http://government.ru/docs/all/97828> (accessed September 20, 2023).
22. GOST R 10.0.02-2019 «Sistema standartov informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i sooruzheniy. Otrasleyvyye bazovyye klassy (IFC) dlya obmena i upravleniya dannymi ob ob'yektakh stroitel'stva. Chast' 1. Skhema dannykh» (utverzhdn i vveden v deystviye Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii № 278-st ot 05.06.2019) [GOST R 10.0.02-2019 «System of standards for information modeling of buildings and structures. Industry-specific Base classes (IFC) for the exchange and management of data on construction sites. Part 1. Data Schema» (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 278-st dated June 5, 2019)]. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (accessed September 20, 2023).
23. GOST R 10.0.03-2019/ISO 29481-1:2016 «Sistema standartov informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i sooruzheniy. Informatsionnoye modelirovaniye v stroitel'stve. Spravochnik po obmenu informatsiyey. Chast' 1. Metodologiya i format» (utverzhdn i vveden v deystviye Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 5 iyunya 2019 g. № 279-st) [GOST R 10.0.03-2019/ISO 29481-1:2016 «System of standards for information modeling of buildings and structures. Information modeling in construction. Information Exchange Handbook. Part 1. Methodology and Format» (approved and put into effect by Order No. 279-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated June 5, 2019)]. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (accessed September 20, 2023).
24. GOST R 10.0.04-2019 «Sistema standartov informatsionnogo modelirovaniya zdaniy i sooruzheniy. Informatsionnoye modelirovaniye v stroitel'stve. Spravochnik po obmenu informatsiyey. Chast' 2. Struktura vzaimodeystviya» (utverzhdn i vveden v deystviye Prikazom Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii ot 5 iyunya 2019 g. № 280-st) [GOST R 10.0.04-2019 «System of standards for information modeling of buildings and structures. Information modeling in construction. Information Exchange Handbook. Part 2. The Structure of interaction» (approved and put into effect by Order No. 280-st of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated June 5, 2019)]. <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational> (accessed September 20, 2023).
25. SP 333.1325800.2020 «Informatsionnoye modelirovaniye v stroitel'stve. Pravila formirovaniya informatsionnoy modeli ob'yektov na razlichnykh stadiyakh zhiznennogo tsikla» (utverzhdn Prikazom Ministerstva stroitel'stva i zhilishchno-kommunal'nogo khozyaystva RF ot 31.12.2020) [SP 333.1325800.2020 «Information modeling in construction. Rules for the formation of an information model of objects at various stages of the life cycle» (approved by the Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated December 12, 2020)]. https://minstroyrf.gov.ru/docs/16405/?sphrase_id=1950615 (accessed September 20, 2023).

Информация об авторах

Бессонова Ольга Александровна, старший преподаватель кафедры «Промышленное, гражданское строительство и экспертиза недвижимости», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация.
E-mail: o.a.bessonova@urfu.ru

ORCID 0009-0001-6176-0199

Миронова Людмила Ивановна, доктор педагогических наук, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры «Промышленное, гражданское строительство и экспертиза недвижимости», Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Российская Федерация. E-mail: mirmila@mail.ru

Information about the authors

Olga A. Bessonova, Senior Lecturer of Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation. E-mail: o.a.bessonova@urfu.ru

Ludmila I. Mironova, Doc. Ped. Sci., Cand. Tech. Sci., Associate Professor, Professor of Department of Industrial, Civil Engineering and Real Estate Expertise, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russian Federation. E-mail: mirmila@mail.ru