



УДК 004.428.4

DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/1818-4243-2023-6-33-42>

О.А. Бессонова, Л.И. Миронова

Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

Анализ нормативной базы, используемой в процессе информационного моделирования в строительной отрасли

Цель исследования. На основе анализа нормативной базы, применяемой в строительной отрасли, оценить возможности использования цифровых технологий виртуальной и дополненной реальности при подготовке инженеров-строителей с целью формирования профессиональной компетентности в области технологии реконструкции зданий и сооружений.

Материалы и методы. В рамках исследования проведен теоретический анализ положений педагогической науки по проблемам строительной подготовки студентов, анализ Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению «Строительство», уровень подготовки «Бакалавриат», анализ учебной программы и учебно-методических материалов для подготовки бакалавров в области «Технологии реконструкции зданий и сооружений», а также нормативной базы строительной документации, связанной с BIM-проектированием объектов строительства и применением цифровых технологий в информационном моделировании.

Результаты. В результате проведенного исследования, связанного с подготовкой бакалавров для строительной отрасли на базе использования BIM-моделирования с элементами виртуальной и дополненной реальности, сформулировано содержательное наполнение профессиональной компетентности в области технологии реконструкции зданий и сооружений, под которой понимается совокупность:

– знаний нормативной базы по технологии реконструкции зданий и сооружений;

– умений применять эти знания на практике при решении реальных инженерных задач, связанных с проведением реконструкции зданий и сооружений, разработке технических решений по усилению или замене конструкций, мониторинге технического состояния объектов;

– практического опыта решения практико-ориентированных учебных задач в сфере реконструкции зданий и сооружений, полученного в процессе вузовской подготовки с использованием ЭОР с элементами информационного моделирования.

Заключение. Реализация вышеописанных возможностей цифровых технологий в процессе обучения студентов способствует интеллектуализации их информационной деятельности, формированию навыков уверенного владения инструментами моделирования, восстановления изучаемых объектов капитального строительства, всестороннему представлению процессов, как реальных, так и виртуальных, а также навыков использования средств проектирования виртуальной модели в соответствии с требуемыми нормами.

Ключевые слова: цифровая трансформация строительной подготовки в вузе, виртуальная и дополненная реальность, информационное моделирование объектов строительства, BIM-проектирование.

Olga A. Bessonova, Ludmila I. Mironova

Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Analysis of the Regulatory Framework Used in the Process of Information Modeling in the Construction Industry

Purpose of the study. Based on an analysis of the regulatory framework used in the construction industry, to evaluate the possibilities of using digital technologies of virtual and augmented reality in the training of civil engineers to develop professional competence in the field of technology for the reconstruction of buildings and structures.

Materials and methods. As part of the study, a theoretical analysis of the provisions of pedagogical science on the problems of construction training of students, an analysis of the Federal State Educational Standard of Higher Education in the direction of “Construction”, the level of preparation “Bachelor’s programme”, an analysis of the curriculum and teaching materials for the preparation of bachelors in the field of “Technologies for the reconstruction of buildings and structures”, as well as the regulatory framework of construction documentation related to BIM-design of construction projects and the use of digital technologies in information modeling.

Results. As a result of the conducted research related to the training of bachelors for the construction industry based on the use of BIM-modeling with elements of virtual and augmented reality, the content of professional competence in the field of technology for reconstruction of buildings and structures has been formulated, which is understood as a set of:

- knowledge of the regulatory framework for the technology of reconstruction of buildings and structures;

- the ability to apply this knowledge in practice when solving real engineering problems related to the reconstruction of buildings and structures, the development of technical solutions for strengthening or replacing structures, monitoring the technical condition of objects;

- practical experience in solving practice-oriented educational problems in the field of reconstruction of buildings and structures, obtained in the process of university training using electronic educational resources with elements of information modeling.

Conclusion. The implementation of the above-described capabilities of digital technologies in the process of teaching students contributes to the intellectualization of information activities, the formation of skills in confident use of modeling tools, restoration of the studied capital construction objects, a comprehensive presentation of processes, both real and virtual, as well as skills in using virtual model design tools in accordance with the required norms.

Keywords: digital transformation of construction training at a university, virtual and augmented reality, information modeling of construction projects, BIM design.

Введение

Нормативная документация, применяемая в строительной отрасли, регламентирует информационное моделирование объектов капитального строительства как один из востребованных инструментов проектирования. При этом в ряде документов упоминаются такие современные цифровые технологии, как виртуальная и дополненная реальность (VR и AR). Однако в образовательных программах подготовки будущих инженеров-строителей использование этих технологий не находит должного отражения. В статье приведен пример применения VR и AR в рамках электронного образовательного ресурса при подготовке бакалавров по дисциплине «Технология реконструкции зданий и сооружений» в институте Строительства и архитектуры Уральского федерального университета.

Актуальность темы статьи определяется противоречием между требованиями нормативных документов в области строительства, связанными с информационным моделированием объектов капитального строительства и использованием цифровых технологий виртуальной и дополненной реальности и отсутствием учебно-методических материалов, позволяющих формировать у будущих инженеров-строителей профессиональную компетентность в области технологии реконструкции зданий и сооружений на базе применения виртуальной и дополненной реальности.

Цель статьи – на основе анализа нормативной документации, применяемой в строительной отрасли, регламентирующей применение информационного моделирования объектов капитального строительства с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности (VR и AR), показать отсутствие соот-

ветствующего учебно-методического обеспечения подготовки будущих инженеров-строителей, в котором используют эти технологии.

Для достижения цели статьи необходимо решить следующие задачи:

– провести анализ научных публикаций, посвященных применению технологий виртуальной и дополненной реальности в образовании;

– проанализировать нормативные документы в области строительства, связанные с информационным моделированием объектов капитального строительства и использованием цифровых технологий виртуальной и дополненной реальности;

– на примере электронного образовательного ресурса по «Технологии реконструкции зданий и сооружений» продемонстрировать применение технологии BIM-проектирования, в рамках которой возможно применение программ виртуальной и дополненной реальности;

– сформулировать содержательную сущность профессиональной компетентности бакалавров строительной отрасли, формируемую в процессе использования BIM-моделирования и технологий виртуальной и дополненной реальности, в области технологии реконструкции зданий и сооружений.

Объект – процесс подготовки бакалавров по дисциплине «Технология реконструкции зданий и сооружений».

Предмет – применение электронного образовательного ресурса по «Технологии реконструкции зданий и сооружений» с целью формирования необходимой профессиональной компетентности будущих бакалавров строительной отрасли.

Основная часть

Анализ результатов исследований, проводимых в рамках научной школы под руковод-

ством профессора И.В. Роберт [1–7], позволил систематизировать основные понятия и нормативные документы в строительстве, которые уточняют терминологию и определяют порядок формирования цифровых моделей.

Технология «Дополненная реальность» [8] (англ. *Augmented Reality*) в образовании – совокупность методов, приёмов, способов и средств, реализация которых обеспечивает пользователю в режиме реального времени возможность видеть реальный мир через *цифровой образовательный контент* (виртуальное изображение изучаемых объектов или протекания изучаемых процессов, представленных на экране), спроецированный непосредственно в глаза человека (через специальные контактные линзы или через очки-телемониторы). При этом реальное изображение, которое наблюдает пользователь, интегрируется с виртуальным изображением (с цифровым контентом), а у пользователя возникает иллюзия совмещения (смещения) реального изображения с виртуальным, то есть с цифровым контентом (образно выражаясь, цифровой (виртуальный) мир и реальный мир совмещаются). В образовательном процессе технологию «дополненная реальность» применяют для введения в реальное изображение, воспринимаемое пользователем (в реальном времени, в реальном мире), любых дополнительных элементов цифрового контента образовательного назначения (в виде данных, информации) для визуального и содержательного дополнения воспринимаемой информации, необходимой пользователю при решении учебных задач.

Согласно нормативному определению из ГОСТ Р 59278-2020 [9] понятие технологии «Дополненная реальность» трактуется следующим образом: «Технология допол-

ненной реальности – комплекс технологических решений, позволяющий с использованием специальных средств обработки и отображения информации (например, очки и шлемы дополненной реальности) дополнять объекты реального мира виртуальными элементами различной модальности (изображения, текст, аудио и пр.)».

Информационная модель объекта капитального строительства (отечественный аналог названия BIM (англ. *Building Information Modelling*), определение термина приведено в п. 10.3 Градостроительного кодекса РФ [10]) – 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 «Информационная модель объекта капитального строительства» Градостроительного кодекса РФ, где указано, что застройщик, технический заказчик, лицо, обеспечивающее или осуществляющее подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицо, ответственное за эксплуатацию объекта капитального строительства, *в случаях*, установленных Правительством РФ [11] обеспечивают разработку и использование **информационной модели**.

В соответствии с этим положением Градостроительного кодекса создание информационной модели обязательно *в случаях*, когда:

– договор о подготовке проектной документации для строительства, реконструкции объекта капитального стро-

ительства, финансируемых с привлечением средств бюджетов бюджетной системы РФ, заключен после 1 января 2022 г, за исключением объектов капитального строительства, которые создаются в интересах обороны и безопасности государства;

– проектная документация и (или) результаты инженерных изысканий подлежат *экспертизе* и если договор о выполнении инженерных изысканий, о подготовке проектной документации утверждены после 1 июля 2024 г. или если разрешение на строительство объекта капитального строительства выдано после 1 января 2025 г.

Согласно указанным нормативным актам, **создание информационной модели объекта** будет **обязательным** для объектов с бюджетным финансированием, а также для объектов, проектная документация которых подлежит экспертизе с 1 июля 2024 г.

Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 [12] утверждает правила формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель, и требований к форматам указанных электронных документов. В п. 8 данного Постановления указано, что участники строительства могут использовать для формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства *любые программные и технические средства* при соблюдении следующих условий:

а) *использование классификатора* строительной информации (по приказу Минстроя от 06.08.2020 № 430/пр [13]) для формирования информационной модели объекта капитального строительства и ведения информационной модели объекта капитального

строительства в объеме, закрепленном соответствующей XML-схемой на различных этапах жизненного цикла объекта капитального строительства;

б) *осуществление учета операций* по актуализации сведений, документов, материалов, включенных в информационную модель объекта капитального строительства, с фиксацией оснований, времени и даты совершения этих операций, содержания вносимых изменений и информации об учетных записях лиц, осуществивших такие операции.

В настоящее время действующими нормативными документами по вопросам цифрового моделирования являются следующие:

- ГОСТ Р 10.0.02–2019 [14].
- ГОСТ Р 10.0.03–2019/ ИСО 29481–1:2016 [15].
- ГОСТ Р 10.0.04–2019 [16].
- СП 333.1325800.2020 [17].

Одновременно с вышеперечисленными нормативными документами издано Распоряжение Правительства РФ от 20.12.2021 г. № 3719-р [18], в котором указано на необходимость разработки:

- нормативных актов, регламентирующих использование технологии дополненной и виртуальной реальности на этапах выполнения монтажных и пусконаладочных работ,
- технологии аэромониторинга с использованием беспилотных воздушных судов при инженерных изысканиях, строительстве и эксплуатации объектов капитального строительства,

– информационных моделей при проектировании и строительстве объектов капитального строительства,

– методов совершенствования нормативно-правового регулирования применения в строительной отрасли новых технологий.

Несмотря на наличие вышеперечисленных нормативных документов, говорящих об актуальности и востребован-

ности освоения и внедрения информационного моделирования в строительной отрасли, цифровые технологии VR и AR до сих пор не нашли отражения во ФГОС ВО «Строительство».

Данное обстоятельство позволяет сделать вывод о том, что существующая **нормативная база** требует существенной доработки, а отсутствие норм вносит изрядный сумбур как в деятельность строительных и проектных организаций, так и в процесс обучения будущих инженеров, не позволяя осуществлять подготовку бакалавров для строительной отрасли, обладающих актуальными знаниями и умениями.

Согласно опубликованным результатам исследования [19–21] под **информационно-проектировочной средой** понимается совокупность целенаправленно создаваемых условий взаимодействия всех категорий участников инвестиционно-строительных проектов, ответственных за разработку и использование результатов информационного моделирования объектов строительства с применением BIM-технологии. Поэтому у будущих инженеров строительной отрасли должна быть сформирована профессиональная компетентность в области информационного моделирования. Одним из путей ее достижения является обеспечение учебного процесса цифровыми образовательными ресурсами. В качестве примера рассмотрим электронный образовательный ресурс (ЭОР) по дисциплине «Технология реконструкции зданий и сооружений», используемый в процессе обучения студентов направления «Строительство», уровень «Бакалавриат», обучающихся в Институте строительства и архитектуры Уральского федерального университета. Структуру контента этого ЭОР составляет систематизированная информация о

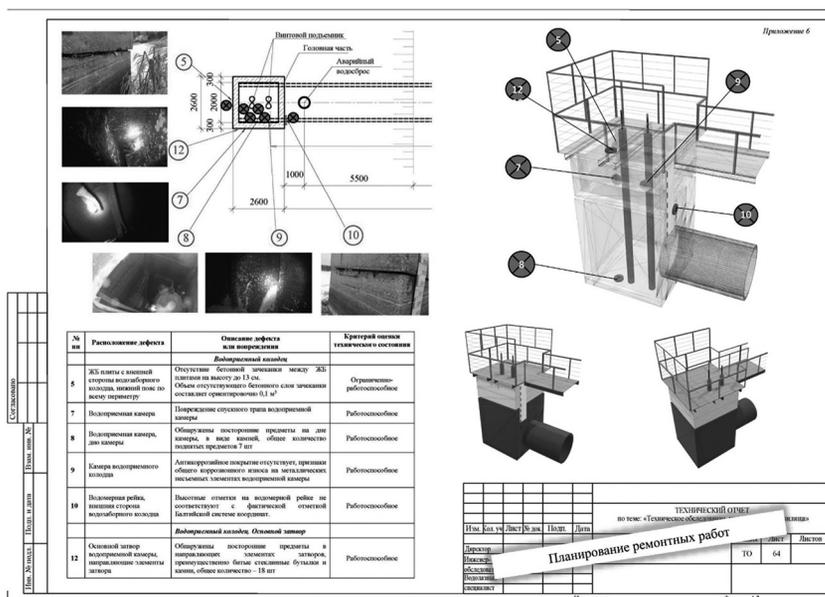


Рис. 1. Пример цифровой модели гидроузла с контрольными метками по выявленным дефектам (согласно дефектной ведомости) для последующего устранения при выполнении ремонтных работ
 Fig. 1. An example of a digital model of a hydraulic structure with control marks for identified defects (according to the defect list) for subsequent elimination during repair work



Рис. 2. Пример возможного использования результатов цифрового проектирования и технологии дополненной реальности* при приемке ремонтных работ гидроузла (*технология для применения на практике аттестованными специалистами, в учебных целях, увы, это пока недоступно)
 Fig. 2. An example of the possible use of the results of digital design and augmented reality technology* when accepting repair work of a hydraulic structure (*technology for practical use by certified specialists, for educational purposes, alas, this is not yet available)

порядке технического обследования, приведены алгоритмы расчетов остаточной несущей способности с учетом выявленных дефектов и повреждений, рассмотрены методы усиления, восстановления и преобразования конструкций

объекта, а также описана технология производства работ. В ЭОР «Технология реконструкции зданий и сооружений» используются технологии BIM-проектирования, на основе которых возможно применение программ виртуальной и

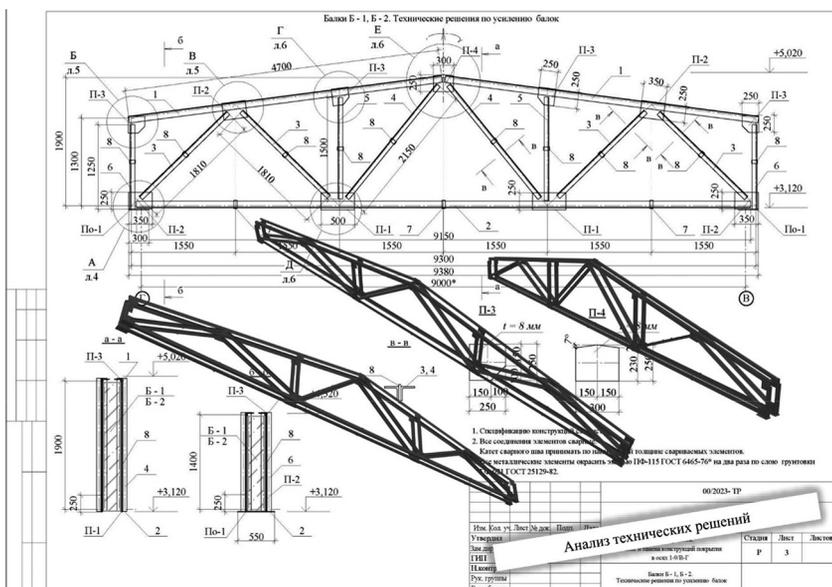


Рис. 5. Пример цифровой модели каркаса усиления балки покрытия и анализ принятого технического решения для уточнения возможности изготовления и установки по месту

Fig. 5. An example of a digital model of a roof beam reinforcement frame and analysis of the adopted technical solution to clarify the possibility of production and installation on site



Рис. 6. Пример возможного использования результатов цифрового проектирования и технологии дополненной реальности* при усилении конструкций (*технология для применения на практике аттестованными специалистами)

Fig. 6. An example of the possible use of the results of digital design and augmented reality technology* when strengthening structures (*technology for practical use by certified specialists)

— *визуализируется процесс* подбора элементов усиления, их масштабного приложения к участкам повреждения, появляется возможность оценить результат восстановления конструкций и закономерности влияния условий среды на свойства материала, обеспечивается участие в «открытии» новых способов усиления (ведь большинство

технических решений по усилению конструкций выполняются под конкретное условие, среду, конструкцию) и установки взаимосвязи между объектами или отдельными его частями;

— организовывается *познавательная деятельность*, в ходе которой им предоставляется возможность приобретения личного опыта

виртуального влияния на исследуемые или усиливаемые конструкции, процессы, объекты.

В качестве примеров, способствующих формированию умения применять приемы цифрового проектирования, рассмотрим задачи по разработке цифровой модели объектов с указанием выявленных дефектов и повреждений. Цель цифрового проектирования в первом случае (рис. 1) — указание конкретных мест повреждения на модели согласно дефектной ведомости (плоскостной чертеж не всегда дает ясное представление о расположении дефектов) и планирование ремонтных работ точно по месту участков повреждения. Вариант применения средств дополненной реальности при решении задач обоснования ремонтных работ и приёмке объекта после ремонта представлен на рис. 2.

Цель цифрового проектирования во втором случае (рис. 3) — анализ степени повреждения объекта, фиксация расположения дефектов согласно дефектной ведомости на модели и создание основы для мониторинга технического состояния при последующем плановом осмотре или обследовании. Вариант применения средств дополненной реальности при оценке результатов технического обследования и мониторинга состояния конструкций представлен на рис. 4.

Цель цифрового проектирования во третьем случае (рис. 5) — конструирование усиления поврежденных колонн и балок покрытия, масштабирование элементов, корректировка пространственной системы усиления. Вариант применения средств дополненной реальности при анализе принятого технического решения по усилению конструкций представлен на рис. 6.

Заключение

Подготовка бакалавров для строительной отрасли с использованием цифровых технологий, в частности *ВИМ-моделирование*, а также внедряемых в процесс обучения средств виртуальной и дополненной реальности способствует формированию у них профессиональной компетентности в области технологии реконструкции зданий и сооружений, под которой будем понимать совокупность:

– *знаний* нормативной базы по технологии реконструкции зданий и сооружений;

– *умений* применять эти знания на практике при решении реальных инженерных задач, связанных с проведением реконструкции зданий и сооружений, разработке технических решений по усилению или замене конструкций, мониторинге технического состояния объектов;

– *иметь практический опыт* решения практико-ориентированных учебных задач в сфере реконструкции зданий и сооружений, полученный в процессе вузовской подготовки с использованием ЭОР с элементами информационного моделирования.

Реализация вышеописанных возможностей цифровых технологий в процессе обучения студентов 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 требуемыми нормами.

Литература

1. Роберт И.В. Перспективы использования иммерсивных образовательных технологий // Педагогическая информатика. 2020. № 3. С. 141–159.

2. Роберт И.В. Характеристики информационно образовательной среды и информационно образовательного пространства // Мир психологии. 2019. № 2 (98). С. 110–120.

3. Роберт И.В. Цифровая трансформация образования: вызовы и возможности совершенствования // Информатизация образования и науки. 2020. № 3 (47). С. 3–16.

4. Роберт И.В. Аксиологический подход к прогнозу развития образования в условиях цифровой парадигмы // Инновационные процессы в профессиональном и высшем образовании: коллективная монография / Авторы составители: М.Н. Стризанов, Е.Н. Геворкян, Н.Д. Подуфалов и др. М.: Экон-Информ, 2020. 358 с.

5. 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.

6. Роберт И.В. Тенденции развития дидактики в условиях цифровой трансформации современного образования // Проблемы эффективности и безопасности функционирования сложных технических и информационных систем: сб. тр. XXXIX Всероссийской научно-технической конференции, Часть 5. / Под общ. ред. Астапенко Ю.В., Столяревского С.П. (г. Серпухов, 25–26 июня 2020 г.). 2020. С. 178–194.

7. Роберт И.В. Стратегические ориентиры развития информатизации образования в условиях цифровой трансформации // Информатизация образования / мат. Межд. научно-практ.

конф., посвященной 115-летию со дня рождения патриарха российского образования, великого педагога и математика, академика РАН С.М. Никольского (1905 – 2012 гг.) (г. Орёл, 29–31 октября 2020 г.) / под редакцией А.А. Рукавова. Орёл: ОГУ имени И. С. Тургенева, 2020. 388 с.

8. Роберт И.В., Касторнова В.А. и др. Толковый словарь терминов понятийного аппарата информатизации образования. М.: АЭО, 2023. 100 с.

9. ГОСТ Р 59278-2020. Информационная поддержка жизненного цикла изделий. Интерактивные электронные технические руководства с применением технологий искусственного интеллекта и дополненной реальности. Общие требования [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200177293?section=status>.

10. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 04.08.2023) (с изм. и доп., вступил в силу с 01.09.2023) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/97828/>.

11. Постановление Правительства РФ от 05.03.2021 № 331 (ред. от 20.12.2022). Об установлении случаев, при которых застройщиком, техническим заказчиком, лицом, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицом, ответственным за эксплуатацию объекта капитального строительства, обеспечиваются формирование и ведение информационной модели объекта капитального строительства [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/133174/>.

12. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431. Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материа-

лов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/129915/>.

13. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 06.08.2020 № 430/пр. Об утверждении структуры и состава классификатора строительной информации [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/183196/>.

14. 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) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational>.

15. 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) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational>.

16. 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) [Электрон. ресурс]. Режим доступа:

<https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational>.

17. 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) [Электрон. ресурс]. Режим доступа: https://minstroyrf.gov.ru/docs/16405/?sphrase_id=1950615.

18. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20.12.2021 г. № 3719-р. План мероприятий («дорожная карта») по использованию технологий информационного моделирования при проектировании и строительстве объектов капитального строительства, а также по стимулированию применения энергоэффективных и экологических материалов, в том числе с учетом необходимости их производства в Российской Федерации [Электрон. ресурс]. Режим доступа: <http://government.ru/docs/all/138559/>.

19. Вилисова А. Д. Совершенствование управления строительным проектированием на базе облачных технологий в условиях цифровизации экономики // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2021. № 3. С. 5–9.

20. Миронова Л. И., Вилисова А. Д. Взаимодействие участников процесса проектирования строительных объектов на базе облачной информационно-проектировочной среды // Сб. науч. тр. II научно-практ. конф. «Информационная безопасность личности субъектов образовательного процесса в цифровой информационно-образовательной среде», (Москва, 23 декабря 2020 г.) М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2021. С. 306–317.

21. Миронова Л. И., Вилисова А. Д. Облачная информационно-проектировочная среда как часть цифровой экосистемы в строительстве // Педагогическая информатика. 2021. № 4. С. 3–8.

References

1. Robert I.V. Prospects for the use of immersive educational technologies. *Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical informatics*. 2020; 3: 141–159. (In Russ.)

2. Robert I.V. Characteristics of the information-educational environment and information-educational space. *Mir psikhologii = World of Psychology*. 2019; 2(98)P: 110–120. (In Russ.)

3. Robert I. V. Digital transformation of education: challenges and opportunities for improvement. *Informatizatsiya obrazovaniya i nauki = Informatization of education and science*. 2020; 3(47): 3–16. (In Russ.)

4. Robert I. V. Axiological approach to forecasting the development of education in the conditions

of the digital paradigm. *Innovatsionnyye protsessy v professional'nom i vysshem obrazovanii: kollektivnaya monografiya = Innovation processes in professional and higher education: collective monograph* / Authors: M. N. Strizanov, E. N. Gevorkyan, N. D. Podufalov et. al. Moscow: Ekon-Inform; 2020. 358 p. (In Russ.)

5. Robert I. V. Digital paradigm of the modern period of informatization of education: didactic and technological aspects. *Distantionnoye obrazovaniye v Respublike Koreya i Rossiyskoy Federatsii v postkoronavirusnyu epokhu: osnovnyye polozheniya i napravleniya = Distance education in the Republic of Korea and the Russian Federation in the post-coronavirus era: main provisions and directions* (Korea, November 27–28). 2020: 59–337.

6. Robert I. V. Trends in the development of didactics in the context of the digital transformation of modern education. Problemy effektivnosti i bezopasnosti funktsionirovaniya slozhnykh tekhnicheskikh i informatsionnykh sistem: sb. tr. XXXIX Vserossiyskoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, Chast' 5. / Pod obshch. red. Astapenko YU.V., Stolyarevskogo S. P. (Serpukhov, 25-26 iyunya 2020 g.) = Problems of efficiency and safety of the functioning of complex technical and information systems: collection. tr. XXXIX All-Russian Scientific and Technical Conference, Part 5. / General. ed. Astapenko Yu.V., Stolyarevsky S.P. (Serpukhov, June 25-26, 2020). 2020: 178-194. (In Russ.)
7. Robert I. V. Strategic guidelines for the development of informatization of education in the conditions of digital transformation. Informatizatsiya obrazovaniya / mat. Mezhd. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoy 115-letiyu so dnya rozhdeniya patriarkha rossiyskogo obrazovaniya, velikogo pedagoga i matematika, akademika RAN S. M. Nikol'skogo (1905 – 2012 gg.) (g. Orol, 29 – 31 oktyabrya 2020 g.) / pod redaktsiyey A. A. Rusakova =Informatization of education / mat. Int. scientific-practical conference dedicated to the 115th anniversary of the birth of the patriarch of Russian education, the great teacher and mathematician, academician of the Russian Academy of Sciences S. M. Nikolsky (1905 - 2012) (Orel, October 29 - 31, 2020) / ed. A A. Rusakova. Orel: OSU named after I. S. Turgenyev; 2020. 388p. (In Russ.)
8. Robert I. V., Kastornova V. A et al. Tolkovyy slovar' terminov ponyatiynogo apparata informatizatsii obrazovaniya = Explanatory dictionary of terms of the conceptual apparatus of informatization of education. Moscow: AEO; 2023. 100 p. (In Russ.)
9. GOST R 59278-2020. Information support of product life cycle. Interactive electronic technical manuals using artificial intelligence and augmented reality technologies. General requirements [Internet]. Available from: <https://docs.cntd.ru/document/1200177293?section=status>. (In Russ.)
10. Town Planning Code of the Russian Federation dated December 29, 2004 No. 190-FZ (as amended on August 4, 2023) (with amendments and additions, entered into force on September 1, 2023) [Internet]. Available from: <http://government.ru/docs/all/97828/>. (In Russ.)
11. Decree of the Government of the Russian Federation dated 03/05/2021 No. 331 (as amended on 12/20/2022). On establishing cases in which the developer, technical customer, the person providing or preparing the justification for investments, and (or) the person responsible for the operation of the capital construction project ensures the formation and maintenance of an information model of the capital construction project [Internet]. Available from: <http://government.ru/docs/all/133174/>. (In Russ.)
12. Decree of the Government of the Russian Federation dated September 15, 2020 No. 1431. On approval of the Rules for the formation and maintenance of an information model of a capital construction project, the composition of information, documents and materials included in the information model of a capital construction project and presented in the form of electronic documents, and requirements for formats of the specified electronic documents [Internet]. Available from: <http://government.ru/docs/all/129915/>. (In Russ.)
13. Order of the Ministry of Construction and Housing and Communal Services of the Russian Federation dated August 6, 2020 No. 430/pr. On approval of the structure and composition of the construction information classifier [Internet]. Available from: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/183196/>. (In Russ.)
14. GOST R 10.0.02-2019. System of standards for information modeling of buildings and structures. Industry Foundation Classes (IFC) for exchanging and managing construction site data. Part 1. Data scheme (approved and put into effect by Order of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology No. 278-st dated 06/05/2019) [Internet]. Available from: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational>. (In Russ.)
15. 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 of the Federal Agency for Technical Regulation and Metrology dated June 5, 2019 No. 279-st) [Internet]. Available from: <https://www.rst.gov.ru/portal/gost/home/standarts/catalognational>. (In Russ.)
17. 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 31, 2020) [Internet]. Available from: https://minstroyrf.gov.ru/docs/16405/?sphrase_id=1950615. (In Russ.)
18. Order of the Government of the Russian Federation dated December 20, 2021 No. 3719-r. Action plan (“road map”) for the use of information modeling technologies in the design and construction of capital construction projects, as well as for promoting the use of energy-efficient and environmentally friendly materials, including taking into account the need for their production in the Russian Federation [Internet]. Available from: <http://government.ru/docs/all/138559/>. (In Russ.)
19. Vilisova A. D. Improving construction design management based on cloud technologies in the context of digitalization of the economy. Inzhenerno-stroitel'nyy vestnik Prikaspiya = Engineering and

Construction Bulletin of the Caspian Region. 2021; 3: 5–9. (In Russ.)

20. Mironova L. I., Vilisova A. D. Interaction of participants in the design process of construction objects based on a cloud-based information and design environment. Sb. nauch. tr. II nauchno-prakt. konf. «Informatsionnaya bezopasnost' lichnosti sub"yektov obrazovatel'nogo protsessa v tsifrovoy informatsionno-obrazovatel'noy srede» = Interaction of participants in the design process of construction objects based on a cloud-based information and design environment // Coll. scientific tr. II

scientific-practical. conf. “Information security of the personality of subjects of the educational process in the digital information and educational environment,” (Moscow, December 23, 2020). Moscow: Publishing Center of the Russian State University of Oil and Gas (NRU) named after I. M. Gubkin; 2021: 306–317. (In Russ.)

21. Mironova L. I., Vilisova A. D. Cloud information and design environment as part of the digital ecosystem in construction. Pedagogicheskaya informatika = Pedagogical Informatics. 2021; 4: 3–8. (In Russ.)

Сведения об авторах

Ольга Александровна Бессонова

*Старший преподаватель кафедры
промышленного, гражданского строительства и
экспертизы недвижимости
Уральский федеральный университет
им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия
Эл. почта: o.a.bessonova@urfu.ru*

Людмила Ивановна Миронова

*Д.п.н., профессор, профессор
Уральский федеральный университет имени
первого Президента России Б.Н. Ельцина,
Екатеринбург, Россия
Эл. почта: mirmila@mail.ru*

Information about the authors

Olga Alexandrovna Bessonova

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

Lyudmila Ivanovna Mironova

*Dr. Sci. (Pedagogical), Professor, Professor
Ural Federal University named after the first
President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia
E-mail: mirmila@mail.ru*