

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГРАФИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ВУЗОВ

В данной статье рассматривается возможность развития графической подготовки студентов технических специальностей в области информационного моделирования (BIM-технологии). В настоящее время во всем мире BIM-технологии являются неотъемлемой частью строительной индустрии, идет процесс внедрения в Российской Федерации для поддержания конкурентоспособности застройщиков как на внутреннем рынке, так и при строительстве за границей. Параллельно с внедрением в сфере строительства встречаются попытки адаптации информационного моделирования в других сферах промышленности. На фоне этого возрос спрос на специалистов в сфере информационного моделирования; сотрудникам приходится переучиваться не только работать с новым программным обеспечением, но и уходить от индивидуального творчества отдельных сотрудников или отделов к коллективной работе над одним проектом одновременно всеми сотрудниками со своих рабочих мест (возможно, даже из разных городов и стран). Параллельно с этим идет создание различных программных продуктов в сфере информационного моделирования как в России, так и за рубежом. Большинство из них изначально направлены на строительство, но также встречаются адаптационные варианты для других сфер деятельности.

В связи с этим возник вопрос актуальной графической подготовки современных специалистов: сейчас мало научить студентов создавать чертежи с помощью САПР и читать проектно-конструкторскую документацию, но необходимо сразу готовить студентов к коллективному творчеству, ответственности перед коллективом за внесенные в проект изменения, а самое главное — показать принципы работы в программном продукте для информационного моделирования.

Ключевые слова: высшее образование, геометро-графические дисциплины, инженерная графика, компьютерная графика, BIM-технологии, информационное моделирование.

Введение. Внедрение компьютерной графики в графическую подготовку студентов позволило визуализировать учебный процесс, применять анимационные изображения на лекциях, моделировать изделия и по этим моделям делать чертежи, получать более точные результаты построения, что позволило ввести отдельную ветвь графической подготовки — вычислительную графику [1]. Процесс создания чертежей стал абсолютно компьютеризованным, синхронно развиваются возможности САПР и способы применения их функций на практике.

Но, помимо применения САПР, графическая подготовка сегодня должна давать не только навыки работы в одном или нескольких графических редакторах, но и готовить студентов к работе в современных условиях и быть готовыми осваивать новые технологии, которые появятся уже после окончания обучения.

Одним из таких направлений можно выделить BIM-технологии (Building Information Modeling), которые впервые начали применяться в сфере строительства и в настоящее время начинают применяться в различных сферах, в том числе в машиностроении.

Постановка задачи. С точки зрения развития компетенции по работе с проектно-конструкторской документацией, графическая подготовка — не только создание, но и работа с уже кем-то созданными чертежами. В настоящее время учебный процесс построен таким образом, что под этим понимается и формируется только умение читать чертежи. А как мы видим, BIM-технологии требуют от современного специалиста умения работать с современным программным обеспечением.

Анализ литературы показал, что специалисты в области графики пока не уделяют должного внимания вопросу обучения студентов этим технологиям. Сочетание запросов «BIM-технологии» и «графическая подготовка» на портале e-library.ru показал только один результат [2]. Тем временем это не только система создания графических изображений, но также система их хранения и обработки, своего рода система работы с проектной документацией. А если графическая подготовка предназначена для обучения инженеров-конструкторов и проектировщиков, то мы должны также научить будущих специалистов работать со своими и чужими проектно-конструкторскими документами.

Это может быть сегодня не столь актуально для машиностроительных специальностей, т.к. BIM-технологии только еще внедряются в некоторые сферы, чаще в экспериментальном звене, но для специальностей строительного факультета этот вопрос актуален уже сегодня.

Теория. Технологии информационного моделирования представляют собой новый подход к разработке проектов, отныне проектирование — это не создание плоских чертежей, а создание трехмерной модели объекта с последующим внесением дополнительной информации по любому элементу этой модели (архитектура, материал, стоимость, сроки монтажа и эксплуатации, смежные проекты коммуникаций и т.д.). В результате на каждом этапе жизненного цикла объекта можно получить исчерпывающую информацию. За счет этого резко уменьшаются ошибки, т.к. выявляются на ранних этапах проектирования. Стало возможным составить оптимальный график строительно-монтажных работ, а на этапе эксплуатации объекта — обновлять информацию по каждому конструктивному элементу в зависимости от его фактического состояния [3]. Еще одним кардинальным отличием стала возможность одновременно работать над проектом сотрудникам разных специальностей (архитекторы, проектировщики, дизайнеры, сметчики, инженеры, строители и др.).

Одним из первых упоминаний информационной модели здания приводят публикацию профессора Технологического института Чака Истмана под названием Building Description System в журнале AIA (Американский Институт Архитекторов) (1975). В 1986 году английским инженером Робертом Эйшем были сформулированы основные принципы информационного подхода к проектированию [4]:

- автоматическое составление чертежей;
- создание трехмерных объектов;
- интеллектуальная параметризация зданий;
- сведение баз данных;
- распределение этапов строительства во времени.

Практическое применение технологии было продемонстрировано в ходе реконструкции третьего терминала аэропорта Хитроу (Великобритания). С начала 2000-х годов термин «BIM-технологии» стал одним из ключевых в мировой строительной индустрии.

В Российской Федерации в 2014 году был опубликован приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации «Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства» [5], а в 2021 году было принято постановление № 331, обязывающее с 1 января 2022 года применять BIM на объектах госзаказов [6].

Изначально информационное моделирование появилось в сфере строительства и до сих пор широко распространяется именно в сфере строительства чего-либо (уникальные сооружения, типовая малоэтажная застройка, мостостроение и т.д.). Но если рассмотреть основные принципы BIM-технологий, то получается, что это источник информации по цепочке «идея — рабочая документация проекта — возведение — эксплуатация — ремонт — снос». Примерно такую же цепочку можно составить в любой сфере, например, на изделие в машиностроении: «идея конструктора — рабочие чертежи — изготовление — установка на место эксплуа-

тации — эксплуатация — ремонт — утилизация». Если вся информация будет храниться в одном месте, доступная как разработчикам, так и пользователям, то появляется возможность не только избегать ошибок во время проектирования, но и проводить анализ эксплуатации изделия. К примеру, наглядно видно, что во время пяти ремонтов необходимо было заменить одну и ту же деталь. И далее вопрос к проектировщикам — почему это звено оказалось таким слабым и что можно сделать, чтобы не допускать таких поломок при проектировании следующих поколений подобных изделий?

Талапов В. В. отмечает [7], что информационная модель здания должна быть хорошо скоординированной, согласованной и взаимосвязанной, поддающейся расчетам и анализу, имеющей геометрическую привязку, пригодной к компьютерному использованию, допускающей необходимые обновления.

Такая модель о проектируемом или уже существующем объекте предназначена и может использоваться для [8]:

- принятия конкретных проектных решений;
- создания высококачественной проектной документации;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- составления смет и строительных планов;
- заказа и изготовления материалов и оборудования;
- управления возведением здания;
- управления эксплуатацией самого здания и средств его технического оснащения в течение всего жизненного цикла объекта;
- управления зданием как объектом экономической (коммерческой) деятельности;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;
- сноса и утилизации здания;
- иных связанных со зданием целей.

Среди недостатков внедрения информационного моделирования авторы выделяют финансовую часть [3, 9], человеческий фактор, недостаток программного обеспечения.

Маринин А. Н. выделил основные расходы, связанные с внедрением BIM-технологий: новое программное обеспечение, обучение сотрудников, консультации специалистов, обновление парка вычислительной техники, первоначальное снижение производительности труда.

Но большинство авторов пренебрегают первоначальными затратами в пользу будущего экономического роста и открывающихся перспектив [10–16].

Как уже отмечалось, отличительной особенностью работы с информационными моделями является возможность работать над проектом одновременно всем сотрудникам смежных отделов. И тут возникает сложность психологического характера: люди привыкли к индивидуальному труду в рамках своего отдела. Кроме того, необходимость работать в новом программном обеспечении также требует от специалистов усилий на выработку новых умений и навыков. Логичный спрос на курсы повышения квалификации сталкивается с недостаточностью выбора таких курсов, их направленностью на промышленное и гражданское строительство. После таких курсов даже в сфере строительства в дальнейшем приходится адаптировать полученные знания на практике, не говоря уже о сложности применения таких узкоспециализированных зна-

ний в других сферах проектирования (машиностроение, приборостроение и т.д.). В целом, решению проблемы человеческого фактора могла бы способствовать подготовка квалифицированных кадров еще на стадии получения высшего образования, но среди профессорско-преподавательского состава, на сегодняшний день, крайне мало специалистов, которые могли бы поделиться опытом применения BIM-технологий на практике.

С точки зрения методологии внедрения подготовки к работе с информационными моделями, автору видится введение в учебные планы отдельной дисциплины, в рамках которой студенты могли бы познакомиться с основными принципами BIM-технологий, наиболее распространенным программным обеспечением, попробовать создать коллективный проект здания или машиностроительного узла.

Лет 20–25 назад компьютерную графику рассматривали как отдельную часть графической подготовки, которая была выделена в продолжение изучения начертательной геометрии и инженерной графики. Сейчас можно предположить, что изучение BIM-технологий студентами также займет финишную позицию в графической подготовке на базе начертательной геометрии и интегрированных инженерной и компьютерной графики, но в дальнейшем BIM-технологии могут стать неотъемлемой частью инженерной компьютерной графики, в рамках которой не только изучаются правила создания чертежей и осваиваются САПР для их создания, но также изучаются основы работы с программным обеспечением для информационного моделирования.

Помимо нехватки специалистов, как уже отмечалось, в настоящее время идет процесс разработки отечественных различных программных продуктов, адаптация иностранных продуктов, их апробация на практике в различных отраслях [17, 18]. В связи с этим встает вопрос: какое именно программное обеспечение демонстрировать студентам, рассчитывая, что именно с ним они будут работать на производстве?

В настоящее время доступны в бесплатном, ознакомительном или платном доступе множество разработчиков, предлагающих свои программные продукты для информационного моделирования [19–22]. У всех отмечаются примерно одинаковые достоинства (возможность совместной работы над одним проектом, генерация документов в форматы .cdw или .pdf, автоматизация рутинных операций или создание сопутствующих спецификаций и т.д.), но при этом не считается недостатком невозможность отдельного продукта выполнить какую-либо задачу.

В этом перечне присутствуют и российские разработчики [15, 23–25], предлагающие в качестве отдельного преимущества встроенные российские государственные стандарты, строительные нормы и правила для российского строительства, а также продукты, изначально разрабатывавшиеся для строительства, но получившие дополнительные надстройки для возможности применения в машиностроении.

Анализ литературы за последние несколько лет показал, что в научных кругах больше внимания уделяется зарубежному программному обеспечению Revit [15, 26–27], что не может служить залогом лучшего продукта, но показывает, что он доступнее и более известен среди практиков.

Выводы. Мы живем в информационном веке, поэтому неудивительно, что компьютеризация кон-

ца XX века – начала XXI сменяется цифровизацией в большинстве отраслей деятельности человека. Относительно графической подготовки, которая по-прежнему остается одной из составляющих технического образования, это означает, что недостаточно современным студентам рассказать о правилах выполнения проектно-конструкторской документации и научить работать в одном из графических редакторов. Современные инженеры-конструкторы на рабочем месте будут создавать не чертежи, а информационные модели проектируемых объектов, для этого им необходимо:

- уметь создавать и читать проектно-конструкторскую документацию посредством САПР;
- знать об основных принципах информационного моделирования, его отличии от черчения в САПР;
- иметь навыки коллективного творчества над одним проектом;
- уметь работать в одном из программных продуктов по созданию информационных моделей проекта.

Профессорско-преподавательскому составу вузов необходимо готовиться к тому, что спустя 20–25 лет после компьютеризации создания чертежей в графическую подготовку студентов внедрится информационное моделирование, и, так же как сейчас, видятся неотъемлемыми друг от друга инженерная и компьютерная графика, станет неотъемлемой частью общей графической подготовки выпускников технических вузов.

Библиографический список

1. Савельев Ю. А., Черкасова Е. Ю. Вычислительная графика в решении нетрадиционных инженерных задач // Геометрия и графика. 2020. Т. 8, № 1. С. 33–44. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-33-44. EDN YBVMQZU.
2. Седлецька О. В. Прототип реальних споруд в інженерній графіці // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2020. № 2 (263-264). Р. 79–85. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.280420.91.624. EDN AMFCUY.
3. Маринин А. Н. Проблемы использования технологии BIM в мостостроении // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2020. № 8. С. 711–718. EDN TMCBOK.
4. Доронин В. Ю., Матюшкин Д. Н. Внедрение 4D моделирования в практику деятельности строительной организации // Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности. 2022. Т. 7, № 3-2 (25). С. 42–45. EDN WJBUGK.
5. Об утверждении Плана поэтапного внедрения технологий информационного моделирования в области промышленного и гражданского строительства: приказ Минстроя России от 24 декабря 2014 г., № 926/пр. URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf> (дата обращения: 28.02.2023).
6. Фонтакина В. А., Савенко А. А., Самарский Е. Д. Роль BIM-технологий в организации и технологии строительства // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14, № 1. EDN IPTBYUB.
7. Талапов В. В. Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий. Москва: ДМК Пресс, 2011. 392 с.
8. Талапов В. В. О некоторых принципах, лежащих в основе BIM // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2016. № 4 (688). С. 108–114.
9. Рыбин Е. Н., Амбарян С. К., Аносов В. В. [и др.]. BIM-технологии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 9 (1). С. 98–105. EDN: HLTRU.
10. Апатова Н. В., Узаков Т. К. Влияние информационных технологий в строительстве на экономический рост // Эко-

номика строительства и природопользования. 2018. № 4 (69). С. 17–24. EDN VXHXUU.

11. Байорис А. Р., Малиновский М. А., Ершов А. В. BIM-моделирование как технология повышения конкурентоспособности строительной отрасли // Регулирование земельно-имущественных отношений в России: правовое и геопространственное обеспечение, оценка недвижимости, экология, технологические решения. 2021. № 1. С. 79–83. DOI: 10.33764/2687-041X-2021-1-79-83. EDN YBFPSF.

12. Городнова Н. В., Шаблова Е. Г. Применение информационных технологий в концепции развития городов: экономико-правовые аспекты // Жилищные стратегии. 2019. № 3. С. 277–294. DOI: 10.18334/zhs.6.3.40892.

13. Городнова Н. В., Лемеза В. А. Применение BIM-технологий в цифровой экономике: мировой опыт и российская практика // Экономика, предпринимательство и право. 2022. Т. 12, № 8. С. 2241–2260. DOI: 10.18334/err.12.8.115082. EDN XSISOS.

14. Михайлова А. В., Сурков А. А. Применение BIM-технологий в строительной отрасли // Химия. Экология. Урбанистика. 2021. Т. 1. С. 63–67. EDN JGXRKL.

15. Николаева А. И. BIM-технологии как элемент современного строительства // Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки. 2021. № 11 (92). С. 27–31. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.92.1509. EDN ZKHLML.

16. Гевара Рада Л. Т., Пешков В. В., Мартыанов В. И. [и др.] Технологии информационного моделирования (BIM) как основа бережливого строительства // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2022. Т. 12, № 1 (40). С. 70–81. DOI: 10.21285/2227-2917-2022-1-70-81. EDN TDEUOH.

17. Куприяновский В. П., Покусаев О. Н., Климов А. А. [и др.]. BIM на железных дорогах мира — развитие, примеры, стандарты // International Journal of Open Information Technologies. 2020. Т. 8, № 5. С. 57–80. EDN XXOLBZ.

18. Технологии настоящего: BIM для промышленных объектов. URL: <https://neftegaz.ru/science/tsifrovizatsiya/672306-tekhnologii-nastoyashchego-bim-dlya-promyshlennykh-obektov/> (дата обращения: 28.02.2023).

19. Какое программное обеспечение (ПО) реализует технологию BIM? URL: <https://bimlab.ru/faq-bim-soft.html> (дата обращения: 28.02.2023).

20. Лучшие программы BIM моделирования для архитекторов и дизайнеров. URL: <https://3dradar.ru/post/47794/> (дата обращения: 28.02.2023).

21. Программы для BIM-проектирования. URL: <https://www.pss.spb.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya.html> (дата обращения: 28.02.2023).

22. Топ-10 программ для BIM-проектирования. URL: <https://www.planradar.com/ru/top-10-programm-dlya-bim-proektirovaniya/> (дата обращения: 28.02.2023).

23. Model StudioCS Строительные решения. URL: <https://www.mscad.ru/programs/mscad-aec.html> (дата обращения: 28.02.2023).

24. Программы для BIM-проектирования — список зарубежных и российских САПР, использующих разработки BIM-технологии. URL: <https://www.zsoft.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya--spisok--zarubezhnyh-i-rossijskih-sapr-ispolzuyushchih--razrabotki-bim-tehnologii> (дата обращения: 28.02.2023).

25. Топ-4 отечественных BIM-программ в сфере строительства. URL: <https://digital-build.ru/top-4-otechestvennyh-bim-reshenij-v-sfere-stroitelstva/> (дата обращения: 28.02.2023).

26. Бакулина И. В., Усова А. В., Бойкова А. В. Особенности использования технологии информационного моделирования (BIM-технологии) на примере программного обеспечения Revit // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 62-5. С. 80–83. DOI: 10.18411/lj-06-2020-103. EDN HBEFEV.

27. Усова А. В. Особенности Revit, как информационного моделирования (BIM-технологии) // Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-3. С. 40–43. DOI: 10.18411/trnio-05-2022-103. EDN QSPWXY.

НАЗАРОВА Жанна Анатольевна, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Уральского государственного университета путей сообщения, г. Екатеринбург.

SPIN-код: 9431-4255

AuthorID (РИНЦ): 618778

ORCID: 0000-0001-7104-405X

Адрес для переписки: zhnazarova2020@gmail.com

Для цитирования

Назарова Ж. А. Перспективы развития графической подготовки студентов технических вузов // Омский научный вестник. 2023. № 2 (186). С. 67–72. DOI: 10.25206/1813-8225-2023-186-67-72.

Статья поступила в редакцию 01.03.2023 г.

© Ж. А. Назарова

PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF GRAPHIC TRAINING OF STUDENTS OF TECHNICAL UNIVERSITIES

This article discusses the possibility of developing graphic training for students of technical specialties in the field of information modeling (building information modeling). Currently, building information modeling are an integral part of the construction industry all over the world, and the process of implementation in the Russian Federation is underway to maintain the competitiveness of developers both in the domestic market and in construction abroad. In parallel with the introduction in the construction sector, there are attempts to adapt information modeling in other industries. Against this background, the demand for specialists in the field of information modeling has increased, employees have to retrain not only to work with new software, but also to move away from individual creativity of individual employees or departments to collective work on one project simultaneously by all employees from their workplaces (perhaps even from different cities and countries). In parallel with this, various software being created in the field of information modeling, both in Russia and abroad, most of them are initially aimed at construction, but there are also adaptation options for other fields of activity.

In this regard, the issue of actual graphic training of modern specialists has arisen: now it is not enough to teach students to create drawings using CAD and read design documentation, but it is necessary to immediately prepare students for collective creativity, responsibility to the team for the changes made to the project, and most importantly — to show the principles of work in a software product for information modeling.

Keywords: higher education, geometric and graphic disciplines, engineering graphics, computer graphics, building information modeling, information modeling.

References

1. Savel'yev Yu. A., Cherkasova E. Yu. Vychislitel'naya grafika v reshenii netraditsionnykh inzhenernykh zadach [Computational graphics in solving of non-traditional engineering problems] // *Geometriya i grafika. Geometry and Graphics*. 2020. Vol. 8, no. 1. P. 33–44. DOI: 10.12737/2308-4898-2020-33-44. EDN YBMQZU. (In Russ.).
2. Sedlets'ka O. V. Prototip real'nykh sporud v inzhenernyy grafitsi [Prototype of real structures in engineering graphics] // *Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademiiï budivnitstva ta arkhitekturi. Bulletin of the Prydniprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture*. 2020. No. 2 (263-264). P. 79–85. DOI: 10.30838/J.BPSACEA.2312.280420.91.624. EDN AMFCUY. (In Ukr.).
3. Marinin A. N. Problemy ispol'zovaniya tekhnologii BIM v mostostroyenii [Problems of using bim technology in bridge engineering] // *Elektronnyy setevoy politematicheskii zhurnal «Nauchnyye trudy KubGTU». Electronic Online Multidisciplinary Journal «Scientific Proceedings of Kuban State Technical University»*. 2020. No. 8. P. 711–718. EDN TMCBOK. (In Russ.).
4. Doronin V. Yu., Matyushkin D. N. Vnedreniye 4D modelirovaniya v praktiku deyatel'nosti stroitel'noy organizatsii [Introduction of 4D modeling into the practice of a construction organization] // *Mezhdunarodnyy zhurnal informatsionnykh tekhnologiy i energoeffektivnosti. International Journal of Information Technology and Energy Efficiency*. 2022. Vol. 7, no. 3-2 (25). P. 42–45. EDN WJBUGK. (In Russ.).
5. Ob utverzhdenii Plana po etapnogo vnedreniya tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya v oblasti promyshlennogo i grazhdanskogo stroitel'stva: prikaz Ministroya Rossii ot 24 dekabrya 2014 g., № 926/pr. [On Approval of the Plan for Phased Implementation of Information Modeling Technologies in Industrial and Civil Construction: Order of the Russian Ministry of Construction dated 24 December 2014, No. 926/pr]. URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/383/prikaz-926pr.pdf> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).
6. Fontokina V. A., Savenko A. A., Samarskiy E. D. Rol' BIM-tekhnologiy v organizatsii i tekhnologii stroitel'stva [The role of BIM technologies in the construction economy] // *Vestnik evraziyskoy nauki. The Eurasian Scientific Journal*. 2022. Vol. 14, no. 1. EDN IPTBYB. (In Russ.).
7. Talapov V. V. Osnovy BIM: vvedeniye v informatsionnoye modelirovaniye zdaniy [BIM basics: an introduction to building information modelling]. Moscow, 2011. 392 p. (In Russ.).
8. Talapov V. V. O nekotorykh printsipakh, lezhashchikh v osnove BIM [Some of the principles underlying the BIM] // *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo. News of Higher Educational Institutions. Construction*. 2016. No. 4 (688). P. 108–114. (In Russ.).
9. Rybin E. N., Ambaryan S. K., Anosov V. V. [et al.]. BIM-tekhnologii [Bim technology] // *Izvestiya vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. Proceedings of Universities. Investment. Construction*. 2019. No. 9 (1). P. 98–105. EDN HLTTRU. (In Russ.).
10. Apatova N. V., Uzakov T. K. Vliyaniye informatsionnykh tekhnologiy v stroitel'stve na ekonomicheskii rost [Influence of

information technologies in construction on economic growth] // Экономика строitel'stva i prirodopol'zovaniya. *Construction economic and environmental management*. 2018. No. 4 (69). P. 17–24. EDN VXHXUU. (In Russ.).

11. Bayoris A. R., Malinovskiy M. A., Ershov A. V. BIM-modelirovaniye kak tekhnologiya povysheniya konkurentnosposobnosti stroitel'noy otrasli [BIM-modeling as a technology to increase the competitiveness of the construction industry] // Regulirovaniye zemel'no-imushchestvennykh otноsheniy v Rossii: pravovoye i geoprostranstvennoye obespecheniye, otsenka nedvizhimosti, ekologiya, tekhnologicheskiye resheniya. *Regulation of Land and Property Relations in Russia: Legal and Geospatial Support, Real Estate Valuation, Ecology, Technological Solutions*. 2021. No. 1. P. 79–83. DOI: 10.33764/2687-041X-2021-1-79-83. EDN YBFPSF. (In Russ.).

12. Gorodnova N. V., Shablova E. G. Primeneniye informatsionnykh tekhnologiy v kontseptsii razvitiya gorodov: ekonomiko-pravovyye aspekty [The use of information technologies in the concept of urban development: economic and legal aspects] // Zhilishchnyye strategii. *Russian Journal of Housing Research*. 2019. No. 3. P. 277–294. DOI: 10.18334/zhs.6.3.40892. (In Russ.).

13. Gorodnova N. V., Lemeza V. A. Primeneniye BIM-tekhnologiy v tsifrovoy ekonomike: mirovoy opyt i rossiyskaya praktika [BIM technologies in the digital economy: world experience and Russian practice] // Ekonomika, predprinimatel'stvo i pravo. *Journal of Economics, Entrepreneurship and Law*. 2022. Vol. 12, no. 8. P. 2241–2260. DOI: 10.18334/epp.12.8.115082. EDN: XSISOS. (In Russ.).

14. Mikhaylova A. V., Surkov A. A. Primeneniye BIM-tekhnologiy v stroitel'noy otrasli [application of BIM – technologies in the construction industry] // Khimiya. Ekologiya. Urbanistika. *Chemistry. Ecology. Urbanistics*. 2021. Vol. 1. P. 63–67. EDN JGXRKL. (In Russ.).

15. Nikolayeva A. I. BIM-tekhnologii, kak element sovremennogo stroitel'stva [BIM technology as an element of modern construction] // Evraziyskiy Soyuz Uchenykh. Seriya: tekhnicheskkiye i fiziko-matematicheskkiye nauki. *Eurasian Union of Scientists. Series: Technical, Physical and Mathematical Sciences*. 2021. No. 11 (92). P. 27–31. DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2021.1.92.1509. EDN ZKHLML. (In Russ.).

16. Gevara Rada L. T., Peshkov V. V., Mart'yanov V. I. [et al.] Tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya (BIM) kak osnova berezhlivogo stroitel'stva [Building Information Modelling (BIM) technology as a basis for lean construction] // Izvestiya Vuzov. Investitsii. Stroitel'stvo. Nedvizhimost'. *Proceedings of Universities. Investment. Construction*. 2022. Vol. 12, no. 1 (40). P. 70–81. DOI: 10.21285/2227-2917-2022-1-70-81. EDN TDEUOH. (In Russ.).

17. Kupriyanovskiy V. P., Pokusayev O. N., Klimov A. A. [et al.]. BIM na zheleznykh dorogakh mira — razvitiye, primery, standarty [BIM on the world's railways — developments, examples and standards] // International Journal of Open Information Technologies. *International Journal of Open Information Technologies*. 2020. Vol. 8, no. 5. P. 57–80. EDN XXOLBZ. (In Russ.).

18. Tekhnologii nastoyashchego: BIM dlya promyshlennykh ob'yektov [Technologies of the present: BIM for industrial facilities]. URL: <https://neftgaz.ru/science/tsifrovizatsiya/672306-tekhnologii-nastoyashchego-bim-dlya-promyshlennykh-obektov/> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

19. Kakoye programmnoye obespecheniye (PO) realizuyet tekhnologiyu BIM? [Which software implements BIM

technology?]. URL: <https://bimlab.ru/faq-bim-soft.html> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

20. Luchshiy programmy BIM modelirovaniya dlya arkhitektorov i dizaynerov [The best BIM modelling software for architects and designers]. URL: <https://3dradar.ru/post/47794/> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

21. Programmy dlya BIM-proyektirovaniya [BIM design programmes]. URL: <https://www.pss.spb.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya.html> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

22. Top-10 programm dlya BIM proyektirovaniya [Top 10 BIM design programmes]. URL: <https://www.planradar.com/ru/top-10-programm-dlya-bim-proektirovaniya/> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

23. Model StudioCS Stroitel'nyye resheniya [Model Studio CS Building Solutions]. URL: <https://www.mscad.ru/programs/mscad-aec.html> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

24. Programmy dlya BIM proyektirovaniya — spisok zarubezhnykh i rossiyskikh SAPR, ispol'zuyushchikh razrabotki BIM-tekhnologii [BIM software — list of foreign and Russian CAD systems that use BIM developments]. URL: <https://www.zsoft.ru/stati/programmy-dlya-bim-proektirovaniya--spisok--zarubezhnykh-i-rossiyskikh-sapr-ispolzuuyushchih--razrabotki-bim-tekhnologii> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

25. Top-4 otechestvennykh BIM-programm v sfere stroitel'stva [Top 4 domestic BIM programmes in construction]. URL: <https://digital-build.ru/top-4-otechestvennykh-bim-reshenij-v-sfere-stroitelstva/> (accessed: 28.02.2023). (In Russ.).

26. Baklushina I. V., Usova A. V., Boykova A. V. Osobennosti ispol'zovaniya tekhnologii informatsionnogo modelirovaniya (BIM-tekhnologii) na primere programmnoye obespecheniye Revit [Features of the use of Building Information Modelling (BIM) technology, using Revit software as an example] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. *Trends in the Development of Science and Education*. 2020. No. 62-5. P. 80–83. DOI: 10.18411/lj-06-2020-103. EDN HBEFEV. (In Russ.).

27. Usova A. V. Osobennosti Revit, kak informatsionnogo modelirovaniya (BIM-tekhnologii) [Features of Revit as information modelling (BIM technology)] // Tendentsii razvitiya nauki i obrazovaniya. *Trends in the Development of Science and Education*. 2022. No. 85-3. P. 40–43. DOI: 10.18411/trnio-05-2022-103. EDN QSPWXY. (In Russ.).

NAZAROVA Zhanna Anatolyevna, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of Vehicle Design and Operation Department, Urals State Transport University, Ekaterinburg.

SPIN-code: 9431-4255

AuthorID (RSCI): 618778

ORCID: 0000-0001-7104-405X

Correspondence address: zhnazarova2020@gmail.com

For citations

Nazarova Zh. A. Prospects for development of graphic training of students of technical universities // Omsk Scientific Bulletin. 2023. No. 2 (186). P. 67–72. DOI: 10.25206/1813-8225-2023-186-67-72.

Received March 01, 2023.

© Zh. A. Nazarova