УДК 330.341

© В. А. Кошечев, д-р экон. наук, профессор
© К. В. Малинина, д-р экон. наук, профессор
© А. С. Зайцева, магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: alexzaytseva@mail.ru

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-6-325-330

© V. A. Koshcheev, Dr. Sci. Ec., Professor
© K. V. Malinina, Dr. Sci. Ec., Professor
© A. S. Zaytseva, undergraduate
(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)
E-mail: alexzaytseva@mail.ru

ОПЫТ ВНЕДРЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ СТРАНАМИ С РАЗВИТОЙ ЭКОНОМИКОЙ

EXPERIENCE OF INTRODUCING DIGITAL TECHNOLOGIES IN CONSTRUCTION BY COUNTRIES WITH DEVELOPED ECONOMIES

Информационное моделирование зданий (BIM, Building Information Modeling) — это интеллектуальный процесс на основе 3D-моделей, который дает специалистам по архитектуре, проектированию и строительству понимание и инструменты для более эффективного планирования, проектирования, строительства и управления зданиями и инфраструктурой в целом. Представлен обзор нормативной базы и инструментов в области BIM-технологии в таких странах, как Финляндия, Дания, Норвегия, Швеция, а также в городе-государстве Сингапур. Рассмотрены начальные этапы становления технологии, основополагающие стандарты регулирования применения BIM в строительстве в каждой из стран и выделены их особенности.

Ключевые слова: BIM-технологии, Building Information Modeling, информационное моделирование, строительство, стандарты информационного моделирования, внедрение, зарубежный опыт, нормативная база.

Building Information Modeling (BIM) is an intelligent 3D model-based process that gives architecture, engineering, and construction (AEC) professionals an insight and tools for more efficient planning, designing, constructing, and managing buildings and infrastructure. This article provides an overview of the regulatory framework and tools in the field of BIM technology in several countries, such as Finland, Denmark, Norway, Sweden, as well as in the city state of Singapore. The initial stages of the technology development, the fundamental standards for regulating the use of BIM in construction in these countries are considered and their features are highlighted.

Keywords: BIM-technologies, Building Information Modeling (BIM), information modeling, construction, information modeling standards, introduction, foreign experience, regulatory system.

Последние несколько лет цифровизация является в развитии нашей страны одним из приоритетных направлений, которое обусловлено не только развитием технологий, но и необходимостью сохранения конкурентоспособности в международных масштабах, где участие государства нередко играет решающую роль [1].

Цифровые технологии проникают во все отрасли и секторы экономики страны, концептуальной основой которой выступает цифровая инфраструктура [2], в том числе и в строительный сегмент. Внедрение цифровых технологий в строительство — это многогранный и трудоем-

кий процесс, упростить который может применение опыта зарубежных стран, уже задействованных в этом процессе.

Одним из лидеров применения BIM во всем мире является город-государство Сингапур. Управление строительством здесь осуществляется организацией BCA («Building and Construction Authority» или «Управление по строительству»), которая, по сути, — министерство строительства. Управление по строительству является агентством при Министерстве национального развития, которое выступает за создание и контроль застроенной среды для Сингапура. Со-

стоит организация из нескольких структурных подразделений, среди которых подразделение стратегического планирования, инженерная группа, группа развития бизнеса и т. д. [3]. В 2010 году ВСА внедрили дорожную карту BIM до 2015 года, согласно которой 80 % строительной отрасли должны будут использовать BIM к концу заданного периода.

Первая редакция «Singapore BIM Guide» («Сингапурское руководство по BIM») официально использовалась с различными доработками с 2010 по 2012 год, а в 2013 году была заменена на ныне действующий документ под названием «Singapore BIM Guide Version 2.0» [4]. Сингапурское руководство по BIM второй версии направлено на описание различных возможных результатов, процессов, персонала и специалистов, задействованных при использовании информационного моделирования зданий в строительных проектах.

Пользователи могут применять данное руководство, чтобы уточнить роли и обязанности участников проекта при использовании BIM в проекте строительства. Роли и обязанности затем фиксируются в плане выполнения BIM, который должен быть согласован между заказчиком и участниками проекта [5].

Кроме того, в 2013 году в Сингапуре были созданы методические материалы, такие как документ «BIM Essential Guide For BIM Adoption in an Organization» («Серия руководств BIM Essential Guide»), представляющий собой краткое руководство по началу работы, которое поможет организации ускорить процесс внедрения информационного моделирования зданий [6].

В отличие от других стран, переходящих на BIM, Сингапур решил поделиться своим опытом с другими, создав Интернет-портал «Building Information Modeling in Singapore» («BIM-справочник по Сингапуру»). На сайте размещены электронные документы по руководству, начиная с 2012 года. Также там можно найти примеры лучших практик для такого программного обеспечения, созданного для информационного моделирования зданий, как Revit Model Management, технические примечания по производительности модели от Autodesk и электронные шаблоны файлов для реализации проектов [7].

Развитие BIM позволило реализовать в 2015 году проект под названием «CORENET» («Construction and Real Estate Network»), идея создания которого возникла еще в 1990-х годах. Это электронная информационная система — центральное хранилище строительных норм и правил, публикуемых различными агентствами по регулированию строительства в Сингапуре. Система обрабатывает связанные с проектом документы для всего жизненного цикла проекта, включая обработку планов и документов [8].

Проект развивается и сегодня, являясь крупной IT-инициативой, которая возглавляется Министерством национального развития и управляется ВСА в сотрудничестве с другими государственными и частными организациями [9]. С его помощью создаются более проработанные информационные модели, что делает сегодня Сингапур лидером в применении BIM в строительстве.

Если в России процесс внедрения информационного моделирования в строительство активно ведется только последние несколько лет, то в Финляндии он осуществляется с 1990 года. С 1 октября 2007 года, согласно документу «SENATE Properties: BIM Requirements 2007 Volume 1: General part.» государственная организация «Senate Properties» — партнер по рабочей среде и специалист правительства Финляндии [10], решил требовать модели, соответствующие стандарту BIM в своих проектах.

Основным стандартом, в соответствии с которым понимается BIM, в 2012 году становится «COBIM 2012» («Common BIM Requirements»), или «YTV 2012» («Yleiset tietomallivaatimukset 2012») [11]. Главная задача этого стандарта — разработка целой операционной культуры, которая позволит применять BIM на всех этапах жизненного цикла объекта.

Стоит отметить такую важную особенность внедрения BIM в Финляндии, как то, что помимо строительного сектора этот процесс охватывает инфраструктурные объекты. Опираясь на опыт других стран, успешно освоивших BIM через инфраструктурное строительство, правительством Финляндии были утверждены несколько пилотных проектов, реализация которых выявила особенности применения такой технологии. В список пилотных проектов вошли железнодорожные

пути и тоннели и т. п., а также 14 мостов, один из которых известный «Дедушкин мост» — призер международного конкурса, который проводится один раз в два года и демонстрирует наиболее впечатляющие проекты в области строительства сооружений [12], Tekla Global BIM Awards 2015 [13] (рис. 1).

Дорожная карта развития инфраструктурной модели на основе BIM в Финляндии рассчитана до 2025 года, однако уже сейчас можно отметить такие достижения, как разработка большинства требований и стандартов, определена терминология, налажена система обмена данными, а также успешно реализованы некоторые пилотные проекты [14].

Следующая страна, которая одна из первых начала внедрять технологии BIM, — Дания. Здесь, в отличие от Финляндии, инициативу по внедрению взяли на себя частные организации. Однако уже с 2011 года государством также установлены требования по использованию BIM в строительных проектах, если это:

- государственные и муниципальные проекты, стоимость которых свыше 677 000 евро;
- проекты стоимостью свыше 2 700 000 евро, реализуемые на государственные кредиты или гранты [15].

Одним из таких крупных и сложных проектов стала больница «Биспебьерг» («Bispebjerg») общей площадью 217 000 кв. м, здание лаборатории и логистики которой были сданы в 2018 году (рис. 2). Здание больницы общего профиля планируется сдать в 2023 году [16]. Основная сложность проекта — большое количество вовлеченных участников. Решением стал план выполне-

ния на основе BIM, с помощью которого были установлены структуры и обязанности, а также определены процессы и требования для сотрудничества отдельных участников [17].

Что касается стандартов, то с 2013 года идет процесс разработки CCS («Cuneco Classification System») — стандарта-классификатора строительных элементов.

Правительство Дании определяет данный стандарт как один из основных инструментов для перехода на BIM. Так, по прогнозам специалистов, с помощью CSS можно сэкономить до 50 % времени уже на начальных этапах реализации проекта.

Проблема взаимодействия участников проекта здесь решается с помощью программы «Spine» («Standard Project Information Network Exchange»), которая обеспечивает обмен проектной информацией между застройщиком, подрядчиком, инженерами и другими заинтересованными сторонами. Эти и другие возможности программы делают ее неотъемлемой частью строительного процесса в Дании.

Как и многие европейские страны, Норвегия начала освоение BIM уже с 2000 года. Аналогично предыдущим странам здесь информационное моделирование применяется на законодательном уровне с 2010 года [18]. Благодаря политической поддержке технологии обеспечивается не только продвижение на всех уровнях, но и интерес со стороны населения.

В Норвегии использованию BIM способствовала организация государственного управления при Министерстве муниципалитетов и модернизации «Statsbygg» [19], а также Норвежская ассоциация домостроителей. Норвежское руковод-

Рис. 1. «Дедушкин мост» — призер Tekla Global BIM Awards 2015 среди «Инфраструктурных проектов»

Рис. 2. Больница «Биспебьерг» в Дании

ство по BIM называется «BIM manual». Эти рекомендации основаны на опыте проекта «Statsbygg NIBO». Руководство BIM ограничивается норвежским стандартом NS 8353:2008 «Technical product documentation – Construction drawings – Requirements for CAD manuals» («Техническая документация на продукцию. Строительные чертежи. Требования к руководствам по САПР») от 1 марта 2008 года [20], а также оно подготовлено в соответствии со стандартом NBIMS в США, разработка которого началась еще в 2005 году для улучшения совместимости BIM, а в 2008 году была выпущена версия «NBIMS Version 1 – Part 1: Overview, Principles, and Methodologies for Public Use» («NBIMS Версия 1 – Часть 1. Обзор, принципы и методологии для публичного использования») [21] (рис. 3). Изначально данное руководство было предусмотрено для использования «Statsbygg», но теперь оно используется в Норвегии в различных областях.

Также в этой стране прослеживается тенденция использования BIM в инфраструктурных проектах.

Как и предыдущие страны, Швеция осуществляет внедрение BIM с 2000-х годов. Инициация расширения областей внедрения BIM в масштабах всей страны привела к созданию некоммерческой организации «OpenBIM» в 2009 году для создания BIM стандартов в Швеции. В 2014 году произошло слияние таких ассоциаций как «OpenBIM», «fi2 Management Information» и «buildingSMART», которое получило название «BIM Alliance Sweden» [22], членами которой являются около 170 организаций.

Рис. 3. Проект больничного комплекса в Норвегии

Так же как и Интернет-портал «Building Information Modeling in Singapore», сайт «BIM Alliance Sweden» содержит раздел под названием «Hjälpmedel och produktstöd» («Инструменты и поддержка продукта»), где можно найти шаблоны договоров, касающиеся проектирования с применением BIM, руководство по дополнению работы менеджера проекта в отношении цифровых методов, описание ролей участников в проектах BIM с соответствующими задачами, навыками и опытом.

На этом же сайте доступны программы действующего в Швеции национального стандарта «fi2xml», с помощью которого происходит обработка и передача информации:

1. fi2Express — это инструмент разработки для среды .NET, который упрощает обработку и интерпретацию сообщений формата fi2xml.

2. Paketeraren (упаковщик) — инструмент, с помощью которого осуществляется доставка информации в соответствии с требованиями, указанными в спецификации поставки.

3. Specifiseraren (спецификатор) — это приложение, которое является инструментом для создания спецификаций цифровой доставки.

Рассмотренные в настоящей статье стандарты BIM представлены в таблице.

Можно сделать вывод о том, что процесс внедрения и развития BIM на всех стадиях жизненного цикла объектов строительства в рассмотренных зарубежных странах осуществляется довольно активно. Способствует такому положению дел не только поддержка со стороны государства в виде пилотных проектов и разработки стандартов, но и заинтересованность частных строительных организаций и населения в целом.

Что касается опыта Российской Федерации, то BIM-технология в целом является предметом активных обсуждений власти не первый год. Наличие положительного зарубежного опыта позволяет изучить проблемы, которые возникнут на пути внедрения, а также рассматривать BIM для нашей страны как инструмент повышения эффективности не только строительного сектора, но и экономики в целом. Уже сегодня существует ряд строительных организаций, активно применяющих в своих проектах информационное моделирование зданий, а также перешедших

Рассмотренные стандарты BIM в различных странах

Год	Руководство
Опыт Сингапура	
2013	Singapore BIM Guide Version 2.0
2013	BIM Essential Guide: 1. BIM Essential Guide for Adoption in Organization. 2. BIM Essential Guide for C & S Consultants. 3. BIM Essential Guide for Execution Plan. 4. BIM Essential Guide for MEP Consultants. 5. BIM Essential Guide for Architectural Consultants. 6. BIM Essential Guide for Contractors.
2016	BIM e-Submission: 1. Codes of Practice for BIM e-Submission. 2. Architectural BIM e-Submission. 3. Structural BIM e-Submission.
Опыт Финляндии	
2012	Common BIM Requirements
Опыт Дании	
2013	Cuneco Classification System
Опыт Норвегии	
2007	Statsbygg Building Information Modeling Manual
2008	NS 8353:2008
Опыт Швеции	
2012	fi2xml: 1. fi2Express. 2. Paketeraren. 3. Specificeraren.

к корректировке нормативно-технического регулирования.

Однако на данный момент для внедрения BIM в нашей стране существуют такие сложности, как «неподготовленность» нормативной базы, изменения в которую вносятся частями, низкая заинтересованность строительных организаций, а также недостаточный уровень квалификации персонала, который не соответствует требованиям самой технологии.

Библиографический список

1. Голев Д. И., Малинина К. В., Асаул В. В. Обеспечение конкурентоспособности компании // Вестник гражданских инженеров. 2016. № 6 (59). С. 273–277.
2. Кощеев В. А., Цветков Ю. А., Вишинецкая А. И. Элементы цифровой экономики в жилищно-ком-

мунальном хозяйстве // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 173–179.

3. Building and Construction Authority. About BCA. URL: https://www.bca.gov.sg/AboutUs/our_functions.html (дата обращения: 16.09.2019).

4. Строительный эксперт. Внедрение BIM: опыт Сингапура. URL: <https://ardexpert.ru/article/5160> (дата обращения: 14.09.2019).

5. Building Smart. The BIM Is. URL: https://bimsg.files.wordpress.com/2012/04/singapore-bim-guide_v2.pdf (дата обращения: 14.09.2019).

6. BIM Essential Guide For BIM Adoption in an Organization. URL: <https://bimsg.files.wordpress.com/2013/08/essential-guide-adoption.pdf> (дата обращения: 14.09.2019).

7. BIM SG. Singapore Guide. URL: <https://bimsg.wordpress.com/singapore-guide/> (дата обращения: 14.09.2019).

8. Corenet. Submissions. URL: <https://www.corenet.gov.sg/general/corenet-e-submission-system.aspx> (дата обращения: 14.09.2019).

9. Corenet. About us. URL: <https://www.corenet.gov.sg/general/about-us.aspx> (дата обращения: 16.09.2019).

10. Senaatti. About us. URL: <https://www.senaatti.fi/en/about-us/> (дата обращения: 16.09.2019).

11. Building Smart Finland. URL: <https://buildingsmart.fi/> (дата обращения: 14.09.2019).

12. ISICAD. Победителями премии Trimble Tekla Global BIM Awards. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20080 (дата обращения: 16.09.2019).

13. ISICAD. Премия Tekla Global BIM Awards: победители 2015 года. URL: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18239 (дата обращения: 14.09.2019).

14. Строительный эксперт. Финляндия — еще один мировой BIM-лидер. URL: <https://ardexpert.ru/article/5317> (дата обращения: 14.09.2019).

15. Cita. Global BIM Study Lessons for Ireland's BIM Programme. URL: file:///C:/Users/alexz/Downloads/BCIP%20Global_Final.pdf (дата обращения: 16.09.2019).

16. Region Hovedstaden. About the Project. URL: <https://www.bispebjerghospital.dk/nythospital/english/Pages/project.aspx> (дата обращения: 16.09.2019).

17. Drees and Sommer. BIM project. URL: <https://www.dreso.com/en/learning-from-other-countries-bim-project-danish-style/> (дата обращения: 14.09.2019).

18. Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM. URL: <https://boligejer.dk/file/9498/ReviewoftheDevelopmentandImplementationofIFCcompatibleBIM.pdf> (дата обращения: 16.09.2019).

19. Statsbygg. Om oss. URL: <https://www.statsbygg.no/Om-Statsbygg/> (дата обращения: 17.09.2019).

20. Engineering 360. SN - NS 8353: 2008. URL: <https://standards.globalspec.com/std/1092885/NS%208353:2008> (дата обращения: 17.09.2019).

21. National Institute of BUILDING SCIENCES. National BIM Standard - United States (NBIMS). URL: https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS_Factsheet_IRT_BIM.pdf (дата обращения: 17.09.2019).

22. BIM Alliance Sweden. About us. URL: <https://www.bimalliance.se/om-oss/> (дата обращения: 16.09.2019).

References

1. Golev D. I., Malinina K. V., Asaul V. V. *Obespechenie konkurentosposobnosti kompanii* [Ensuring the competitiveness of companies]. *Vestnik grazhdanskikh – Bulletin of Civil Engineers*, 2016, no. 6 (59), pp. 273–277.

2. Koshcheev V. A., Tsvetkov Yu. A., Vishnivetskaya A. I. *Ehlementy tsifrovoy ehkonomiki v zhilishchno-kommunal'nom khozyaystve* [Elements of digital economy in the housing and communal service sphere]. *Vestnik grazhdanskikh – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 2 (73), pp. 173–179.

3. Building and Construction Authority. About BCA. Available at: https://www.bca.gov.sg/AboutUs/our_functions.html (accessed: 16.09.2019).

4. *Stroitel'nyy ehkspert. Vnedrenie BIM: opyt Singapura* [Construction expert. BIM introduction: the Singapore experience]. Available at: <https://ardexpert.ru/article/5160> (accessed: 14.09.2019).

5. Building Smart. The BIM Is. Available at: https://bimsg.files.wordpress.com/2012/04/singapore-bim-guide_v2.pdf (accessed: 14.09.2019).

6. BIM Essential Guide For BIM Adoption in an Organization. Available at: <https://bimsg.files.wordpress.com/2013/08/essential-guide-adoption.pdf> (accessed: 14.09.2019).

7. BIM SG. Singapore Guide. Available at: <https://bimsg.wordpress.com/singapore-guide/> (accessed: 14.09.2019).

8. Corenet. Submissions. Available at: <https://www.corenet.gov.sg/general/corenet-e-submission-system.aspx> (accessed: 14.09.2019).

9. Corenet. About us. Available at: <https://www.corenet.gov.sg/general/about-us.aspx> (accessed: 16.09.2019).

10. Senaatti. About us. Available at: <https://www.senaatti.fi/en/about-us/> (accessed: 16.09.2019).

11. Building Smart Finland. Available at: <https://buildingsmart.fi/> (accessed: 14.09.2019).

12. ISICAD. *Pobeditelyam premii* [Winners deserve prizes]. Trimble Tekla Global BIM Awards. Available at: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20080 (accessed: 16.09.2019).

13. ISICAD. *Prize of Tekla Global BIM Awards: winners of 2015*. Available at: http://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=18239 (accessed: 14.09.2019).

14. *Stroitel'nyy ehkspert. Finlyandiya – eshchoy odin mirovoy BIM-lider* [Construction expert. Finland is another global BIM leader]. Available at: <https://ardexpert.ru/article/5317> (accessed: 14.09.2019).

15. Cita. *Global BIM Study Lessons for Ireland's BIM Programme*. Available at: file:///C:/Users/alexz/Downloads/BCIP%20Global_Final.pdf (accessed: 16.09.2019).

16. Region Hovedstaden. *About the Project*. Available at: <https://www.bispebjerghospital.dk/nythospital/english/Pages/project.aspx> (accessed: 16.09.2019).

17. Drees and Sommer. *BIM project*. Available at <https://www.dreso.com/en/learning-from-other-countries-bim-project-danish-style/> (accessed: 14.09.2019).

18. *Review of the Development and Implementation of IFC compatible BIM*. Available at: <https://boligejer.dk/file/9498/ReviewoftheDevelopmentandImplementationofIFCcompatibleBIM.pdf> (accessed: 16.09.2019).

19. Statsbygg. *Omoss*. Available at: <https://www.statsbygg.no/Om-Statsbygg/> (accessed: 17.09.2019).

20. Engineering 360. SN - NS 8353: 2008. Available at: <https://standards.globalspec.com/std/1092885/NS%208353:2008> (accessed: 17.09.2019).

21. National Institute of BUILDING SCIENCES. National BIM Standard - United States (NBIMS). Available at: https://cdn.ymaws.com/www.nibs.org/resource/resmgr/Docs/NIBS_Factsheet_IRT_BIM.pdf (accessed: 17.09.2019).

22. BIM Alliance Sweden. About us. Available at: <https://www.bimalliance.se/om-oss/> (accessed: 16.09.2019).