

Применение технологий информационного моделирования при возникновении чрезвычайных ситуаций

С.Г. Шеина, И.В. Новоселова, Д.С. Дементеев

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной статье рассматриваются возможности BIM-технологий для прогнозирования, реагирования и ликвидации последствий наступления чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. BIM-системы позволяют моделировать различные варианты развития событий в случае наступления чрезвычайных ситуаций и выбрать наиболее эффективные и безопасные решения для минимизации людских и материальных потерь, позволяют повысить уровень принятия управленческих решений при эвакуации. Современные технические средства, применяемые совместно с BIM-технологиями, позволяют приобретать знания и практические навыки в рамках обучения спасателей и других специализированных служб.

Ключевые слова: BIM-технологии, BIM-модель, чрезвычайная ситуация, наводнение, пожар, лазерное 3D сканирование, восстановительные работы.

При упоминании BIM-технологий зачастую подразумевается этап проектирования объекта или его строительства, но почти никогда этап эксплуатации. При этом технологии BIM не стоят на месте и постоянно развиваются [1]. Уже сейчас они вносят огромный вклад в стадию эксплуатации объектов капитального строительства и предоставляет значительные возможности при использовании BIM-модели (рис. 1).

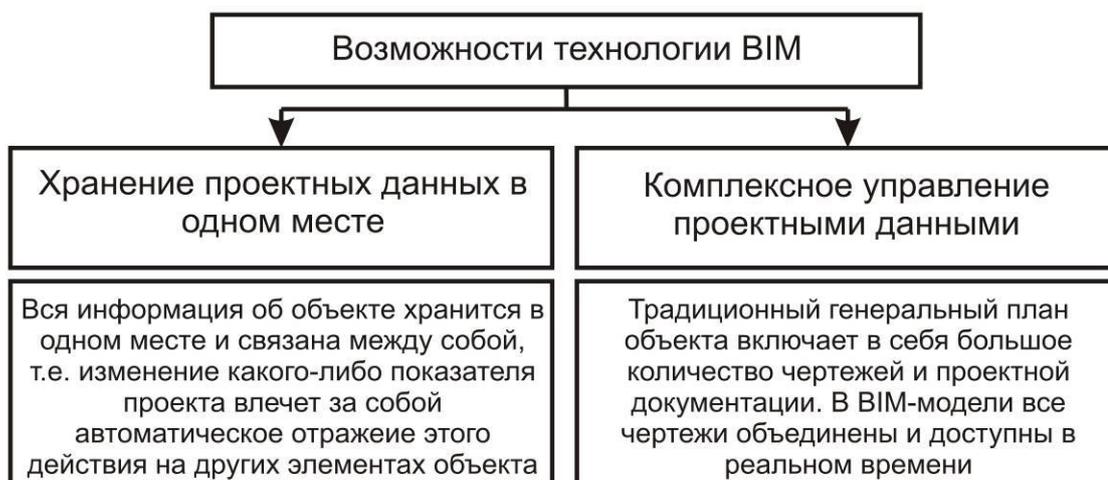


Рис. 1. – Возможности технологии BIM

Цифровая информационная модель объекта представляет собой параметрическую 3D-модель здания, выполненную в цифровом виде с учетом технических, функциональных и других характеристик объекта, создаваемую как комплекс информационно насыщенных элементов [2].

Изначально результатом работы с BIM-технологиями была готовая модель строительной системы. Однако на сегодняшний день BIM – это вся имеющаяся информация об объекте, используемая на всех стадиях жизненного цикла здания, будь то стадия проектирования, строительства, эксплуатации, реконструкции и даже сноса.

Информационная модель инженерных изысканий (ИМИИ) – это комплекс результатов инженерных изысканий участка, сведенных в цифровой формат (рис. 2).



Рис. 2. – Состав ИМИИ

Объединение таких моделей в сводную информационную модель (СОД) выполняется таким образом, что внесение изменений в какую-либо модель не приводит к изменениям в другой. Благодаря сводной информационной модели можно моделировать различные ситуации и условия на различных стадиях проекта, а впоследствии использовать множество данных (рис. 3).



Рис. 3. – Сводная информационная модель [3]

С помощью данной модели можно произвести симуляцию возникновения различных чрезвычайных ситуаций (ЧС), угрожающих жизни людей, и получить несколько вариантов развития событий, что позволяет определить сценарии действий в той или иной ситуации [4].

Именно для такой цели была создана модель затопления Парижа с помощью ВІМ-технологий (рис. 4). Данная модель позволяет анимировать и визуализировать наводнение, что в свою очередь позволяет выявить районы, наиболее подверженные риску затопления. Благодаря этому появляется возможность своевременно эвакуировать население, а также разработать планы по предупреждению и наиболее эффективной ликвидации последствий ЧС.



Рис. 4. – Информационная модель наводнения в Париже [5]

Модель была выполнена с помощью технологии лазерного 3D-сканирования, которое представляет собой съемку объектов и прилегающих к ним территории с помощью сканера [6]. Сканером может являться как ручная установка, которую необходимо доставлять и перемещать человеку, так и управляемый летательный аппарат – квадрокоптер. С помощью квадрокоптера появляется возможность доступа в места, недоступные человеку с учетом его физических возможностей, или в случае, если нахождение в данном месте будет угрожать его здоровью и жизни.

Технология BIM предоставляет такую возможность, как создание цифрового двойника здания [7]. Цифровой двойник здания – это виртуальная модель уже существующего здания с его точными формами, конструктивными элементами и процессами, проходящими в нем. Цифровой двойник является одним из инструментов организации обслуживания зданий с учетом их фактического технического состояния. В цифровом двойнике возможно смоделировать различные варианты воздействия окружающей среды, степени износа конструкций, получить данные об условиях полных или частичных отказов систем зданий и многое другое. Создание условий

для постоянного соответствия модели и реального объекта является важнейшим фактором, помогающим как предотвратить возможные ЧС, так и позволить быстрому и эффективному реагированию спасателей в ходе ликвидации ЧС [8].

В настоящее время к зданиям предъявляются высокие требования по безопасности конструкций и инженерных систем. BIM позволяет четко определить, как поведут себя все элементы здания в условиях ЧС [9]. Одним из примеров является модель оценки и расчета пожарного риска. Такая модель предназначена для симуляции пожара во всех типах зданий (рис. 5). Суть данной модели заключается в моделировании пожара в здании с целью определения возможностей проектируемых систем, а также определения времени, за которое системы пожаротушения смогут автономно потушить пожар. Кроме того, с помощью данной модели можно выявить критические места в здании, которые могут быть не защищены, в том числе из-за ошибок проектировщика, вследствие чего жизни и здоровью людей может быть причинен вред.

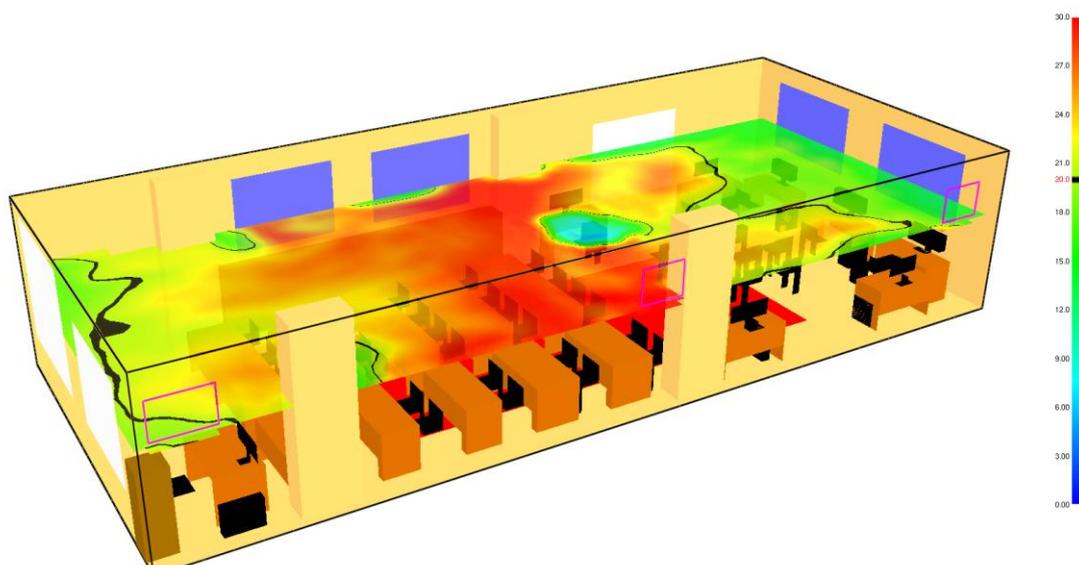


Рис. 5. – Модель пожароопасной ситуации

В такую модель заносятся все характеристики объекта, состав всех конструкций здания, применяемые материалы, характеристики систем пожаротушения и дымоудаления, сведения о возможном числе находящихся в здании людей, вероятность возникновения пожара и многое другое. После проведения симуляции предоставляется возможность рассмотрения динамики развития опасных факторов пожара во всем здании.

Еще одной из возможностей BIM является имитационное моделирование процесса эвакуации людей из здания (рис. 6). Для такого моделирования необходимо задать все объемно-планировочные характеристики объектов, состав используемых при строительстве материалов и максимально возможное число людей, находящихся в здании.

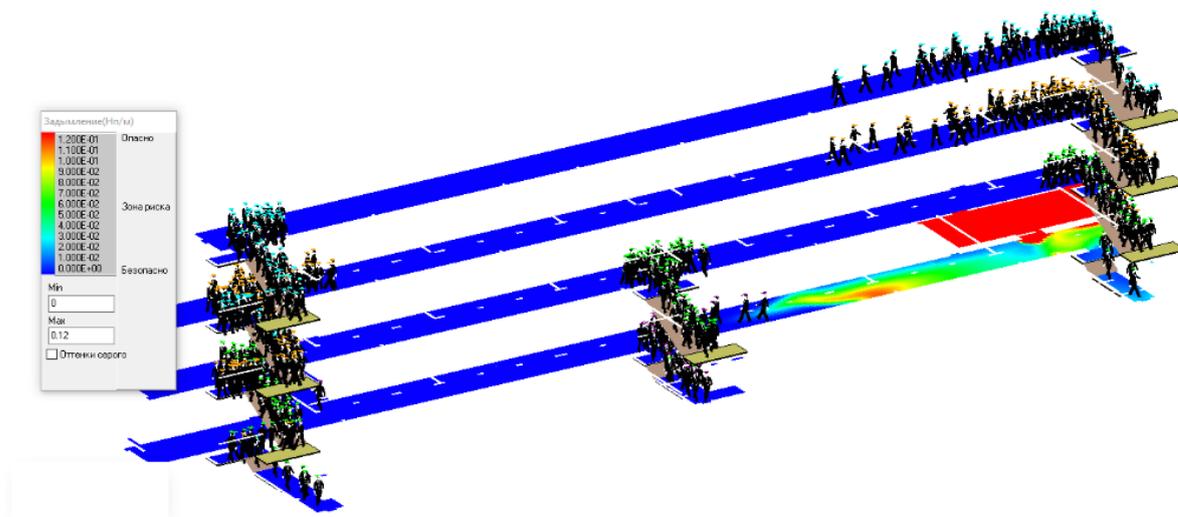


Рис. 6. – Имитационная модель процесса эвакуации людей из здания [10]

Целью такого моделирования является разработка эффективного плана эвакуации людей, подбор оптимального количества аварийных выходов и уменьшение вероятности образования заторов в коридорах и на лестничных клетках. Результатом расчета данной модели является:

- анализ и выявление наиболее эффективного пути эвакуации;
- выявление мест, наиболее подверженных к образованию заторов;

– определение времени эвакуации с учетом человеческого фактора (паники, стресса).

Еще одним из достоинств BIM является возможность проработки действий в условиях ЧС на 3D-тренажерах [11]. Моделирование ЧС может также использоваться и для обучения спасателей и работников отделов безопасности, а также закрепления их знаний и практических навыков. Такой способ предусматривает использование цифрового двойника здания в качестве объекта, на котором произошла ЧС. Таким тренажером могут воспользоваться люди, работающие на изучаемом объекте, так и специализированные бригады по устранению ЧС. Тренажер представляет собой VR-очки, наушники, тактильные джойстики, которые погружают человека в виртуальные условия ЧС. Моделировать можно различные ситуации, в том числе пожары, землетрясения, наводнения и пр. Тренировки на виртуальных 3D тренажерах позволяют быстро и надежно закрепить приемы управления реальными процессами. Кроме того, виртуальные тренажеры дают возможность овладеть практическими навыками по поведению в ЧС и ликвидации последствий ЧС в безопасных условиях.

Современные технологии BIM имеют широкое развитие, что позволяет не только спроектировать и построить безопасные для человека здания, но и осуществлять управление и мониторинг на протяжении всего жизненного цикла объектов параметров надежности и безопасности с учетом возможных негативных воздействий, в том числе, даже при условии возникновения ЧС.

Литература

1. Гейдор В.С., Соловьева Ю.С., Тихонов Д.А. Внедрение понятия BIM-технологий в строительную отрасль для целей кадастра в России // Инженерный вестник Дона, 2020, № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2020/6668.



2. Мищенко А.В., Горбанева Е.П. Реализация BIM полного жизненного цикла объекта недвижимости // Известия высших учебных заведений. Строительство, 2021, № 11 (755). С. 95-109.

3. Бенклян С., Кисель Т., Король М., Новкович Н. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов // ООО «КОНКУРАТОР». URL: idsoft.ru/sites/default/files/fields/node/publication/field-files/2019-09/bim_guide_for_owners_%28clients%29_of_industrial_facilities_2019-03-18.pdf.

4. Агаханов Э.К., Кравченко Г.М., Кадомцев М.И., Труфанова Е.В., Савельева Н.А. Цифровое моделирование прогрессирующего обрушения высотного здания // Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки, 2022, Т. 49, № 1. С. 87-94.

5. Интеграция BIM и ГИС Эволюция планирования, проектирования, строительства и эксплуатации объектов инфраструктуры. // Autodesk. URL: damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/draft/9492/Autodesk%20Bring%20Together%20BIM%20GIS%20eBook.pdf.

6. Haleem A., Javaid M., Singh R.P., Rab Sh., Suman R., Kumar L., Khan I.H. Exploring the potential of 3D scanning in Industry 4.0: An overview // International Journal of Cognitive Computing in Engineering, 2022, № 3. pp. 161-171. URL: sciedirect.com/science/article/pii/S2666307422000171.

7. Крюков К.М., Шаповалов А.В. Использование технологии цифровых двойников в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2022, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7640.

8. Шеина С.Г., Новоселова И.В., Чернявский И.А. Организационно-технологические направления по восстановлению объектов после чрезвычайных ситуаций с использованием BIM-технологий // Инженерный вестник Дона, 2022, № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7992.



9. Sertyesilisik B. Building information modeling as tool for enhancing disaster resilience of the construction industry // Transactions of the VSB, 2017, Vol. 12, № 1. pp. 9-18. URL: ses.vsb.cz/Home/ArticleDetail/237.

10. Кирик Е.С. Современные методы компьютерного моделирования развития пожара и эвакуации: возможности, программное обеспечение // Пожарная безопасность. URL: morofofkk.ru/library/id4393/.

11. Li N., Sun N., Cao C., Hou Sh., Gong Y. Review on visualization technology in simulation training system for major natural disasters // Natural Hazards, 2022, № 112. pp. 1851-1882. URL: ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8923969/.

References

1. Geydor V.S., Solov'yeva Yu.S., Tikhonov D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2020/6668.

2. Mishchenko A.V., Gorbaneva E.P. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Stroitel'stvo, 2021, № 11 (755). pp. 95-109.

3. Benklyan S., Kisel' T., Korol' M., Novkovich N. ООО «KONKURATOR». URL: idtsoft.ru/sites/default/files/fields/node/publication/field-files/2019-09/bim_guide_for_owners_%28clients%29_of_industrial_facilities_2019-03-18.pdf.

4. Agakhanov E.K., Kravchenko G.M., Kadomtsev M.I., Trufanova E.V., Savel'yeva N.A. // Vestnik Dagestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskiye nauki, 2022, T. 49, № 1. pp. 87-94.

5. Autodesk. URL: damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/drafter/9492/Autodesk%20Bring%20Together%20BIM%20GIS%20eBook.pdf.



6. Haleem A., Javaid M., Singh R.P., Rab Sh., Suman R., Kumar L., Khan I.H. International Journal of Cognitive Computing in Engineering, 2022, № 3. pp. 161-171. URL: [sciencedirect.com/science/article/pii/S2666307422000171](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666307422000171).
7. Kryukov K.M., Shapovalov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, № 5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2022/7640.
8. Sheina S.G., Novoselova I.V., Chernyavskiy I.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2022, № 11. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n11y2022/7992.
9. Sertyesilisik B. Transactions of the VSB, 2017, Vol. 12, № 1. pp. 9-18. URL: tses.vsb.cz/Home/ArticleDetail/237.
10. Kirik E.S. Pozharnaya bezopasnost' [Fire safety]. URL: morozofkk.ru/library/id4393/.
11. Li N., Sun N., Cao C., Hou Sh., Gong Y. Natural Hazards, 2022, № 112. pp. 1851-1882. URL: ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8923969/.