

ВМ-моделирование в системах вентиляции

В.А. Ермакова, А.С. Саламатина

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Аннотация: Исследования в области проектирования зданий и сооружений показали, что уровень внедрения ВМ-технологий в разных странах находится на различных уровнях. Повышению уровня способствуют наличие нормативной базы в данной сфере, финансовой помощи строительным организациям при переходе на ВМ-моделирование. Также в статье приведено обоснование применения ВМ-технологий в системах вентиляции с учетом требований к данным системам.

Ключевые слова: ВМ-моделирование, системы вентиляции, 3D-проектирование, Autodesk Revit, уровни внедрения, информационное моделирование, ВМ-технология, нормативно-техническая база.

Введение

XXI век – век технологий, в котором то, что еще вчера было актуально, сегодня уже теряет свою уникальность и устаревает. В этом скоротечном потоке информации человеку сложно быстро и легко ориентироваться, ведь аналогично быстро устаревают программы, используемые человеком в его профессиональной деятельности. На смену существующим программным продуктам приходят новые, более современные.

Рассмотрим сферу строительства, а именно стадию проектирования. Еще в прошлом столетии все чертежи выполнялись вручную, за огромными вертикальными и горизонтальными поверхностями, со специальными устройствами для параллельного перемещения линейки – кульманами. Постепенно, с развитием IT- технологий и нарастающими требованиями к наполнению информацией строительного проекта, данный подход стал просто непригоден ввиду его большой временной затратности, и сейчас для современного поколения выполнение чертежей «своими руками» кажется исключительно невозможным. Более того, такая необходимость отпала с

развитием программных обеспечений для проектировщиков, таких, как: AutoCAD, Компас, DraftSide и другие. Данные программные продукты позволяют построить модели в 2D представлении. Как упоминалось ранее, в XXI веке происходит быстрое развитие программ в связи с постоянно меняющимися требованиями к информационному наполнению строительных проектов, то же касается программ для проектирования зданий и сооружений.

Анализ уровня развития в разных странах

В настоящее время происходит эволюция инженерного программного обеспечения, и автоматизация все больше проникает в проектную отрасль, тем самым осуществляется переход к информационному проектированию – BIM-технологиям, которые позволяют моделировать объекты в трехмерном пространстве и наполнять их информацией в соответствии с требованиями проекта в рамках, установленных LOD (Levels Of Detail). Актуальность применения BIM настолько возросла, что способствовало повышению интереса к изучению этого вопроса [1].

Специалистами принято выделять четыре уровня внедрения технологии информационного моделирования зданий, в соответствии с моделью Бью-Ричардса: 0 уровень, 1 уровень, 2 уровень и 3 уровень. Нулевой уровень характеризуется выполнением чертежей в 2D формате. Чертежи представлены в виде линий, дуг и текста. Информационной модели нет. На первом уровне 3D моделирование применяется в основном для визуализации проекта. Но полноценное проектирование, характеризующееся непосредственным взаимодействием в цифровой среде, отсутствует. На втором уровне все участники проектирования применяют собственные 3D модели, которые в итоге собираются в единую модель. На данном уровне модель содержит не только строительную информацию, но и календарные графики и стоимостные характеристики материалов и изделий. Третий

уровень характеризуется наличием единой модели, которая создается и используется всеми участниками проектирования. Третий уровень BIM также называют «OpenBIM» [2].

Данное направление является приоритетным в сфере строительства во всех развивающихся странах, однако темпы внедрения информационного моделирования имеют разную динамику. Так, с этой целью, австрийская компания PlanRadар в августе 2021 года провела анализ состояния процесса внедрения информационного моделирования в строительной сфере стран таких, как Великобритания, Франция, Германия, Австрия, Польша, Хорватия и Россия. При проведении данного исследования была рассмотрена статистика применения BIM-технологий различными строительными компаниями, государственные инициативы, наличие специальных стандартов, а также уровни технологии моделирования [3].

Наряду с другими рассмотренными странами Европы наиболее высокие показатели внедрения информационного моделирования в индустрию строительства показывает Великобритания, так как BIM в данной стране применялся уже в конце XIX века при реконструкции аэропорта «Хитроу». Более того, в 2007 в Великобритании были официально приняты стандарты BIM. В соответствии со статистическими данными, на данный момент 73% строительных компаний знакомы с BIM и используют в работе. Также повышению уровня внедрения способствует тот факт, что с 2016 года обязательно применение 2 уровня BIM для всех государственных заказов и носит рекомендательный характер для частных объектов.

По сравнению с Великобританией во Франции BIM применяют только 35% девелоперов. Однако, 55% лидеров строительного рынка Франции начали использовать BIM, а BIM-менеджер присутствует в командах 30% конструкторских бюро. Самым распространенным уровнем является 2. Удивляет то, что все это достигнуто в условиях отсутствия в стране

принятых нормативных стандартов или государственных нормативных актов. Основной причиной этого можно считать разрозненные форматы и различные программные продукты, вследствие чего возникают различные сложности, которые могли бы позволить осуществить стандартизацию процессов. В ходе исследования был выявлен достаточно высокий процент применения BIM строительными компаниями – 70%, но примерно 70-80% – только на этапе проектирования. В стране массово применяется 1 уровень, но есть и компании, в которых осуществляется применение 2 уровня. На государственном уровне Федеральным министерством транспорта и цифровой инфраструктуры (BMVI) осуществляется финансовая поддержка малых и средних предприятий в процессе перехода к BIM. Кроме этого, известно, что правительство Франции будет поддерживать пилотные проекты, ориентируя компании в поиске оптимального подхода к переходу на BIM.

В Австрии в целях контроля бюджета с 2018 года применение BIM обязательно для строительства общественных зданий. Свой вклад в повышение уровня внедрения оказывает наличие стандартов в сфере BIM – ÖNORM A 6241-2, которые были разработаны Австрийским институтом стандартизации, однако на законодательном уровне данный стандарт на законодательном уровне не был закреплен. Возможно, свидетельством этого факта является применение BIM всего в 20% средних и малых строительных компаний.

Из всех проанализированных стран наиболее сложная ситуация с внедрением технологии наблюдается в Хорватии. В стране в настоящее время около 25% всех проектировщиков использует 0 уровень, присутствует небольшой процент проектов 1 уровня. Причиной такого положения можно назвать то, что на данный момент заказчики не понимают прямой выгоды от внедрения BIM-технологии.

По проведенным в Польше опросам около 20% компаний применяют в своих проектах информационное моделирование в архитектурной и строительной отрасли, а около 38% – сталкивались в своей работе с методологией BIM. Наблюдается тенденция к переходу ко 2 уровню, но пока превалирует 1 уровень [3].

В настоящее время в России BIM – технологии применяются в следующих областях: инженерно-геодезические изыскания, землеустройство, архитектура, строительство, проектирование, инжиниринг (электрика, водоснабжение, отопление и безопасность). Однако, данные технологии применяются скорее, как софт для построения модели в трехмерном представлении, такие проекты сложно назвать информационными. При этом 5 марта 2021 г. премьер-министр Михаил Мишустин подписал постановление правительства России №331 о введении обязательного использования технологий информационного моделирования (BIM) на объектах госзаказа (с государственным финансированием). С марта 2022 года применение BIM становится обязательным для объектов, финансируемых из муниципального, регионального или федерального бюджетов [3]. К настоящему моменту сформировано более 30 нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, однако еще не произошло внедрение BIM в государственные заказы так, как в коммерческих организациях. Сложившаяся ситуация может быть обусловлена тем фактом, что на сегодняшний день нет полного и обоснованного нормативами цикла, который помог бы заказчику при работе с блоком информации [4]. Таким образом, развитие информационного моделирования поддерживается на государственном уровне страны. Однако, многие предприятия отказываются от внедрения данных технологий, или процесс перехода происходит очень медленно ввиду больших финансовых затрат на закупку программного обеспечения и обучение персонала. В случае, если данное направление будет

поддерживаться материально на государственном уровне, то появятся все перспективы его стремительного развития [5, 6].

В ходе данного исследования было выявлено заметное отставание России от стран Европы в реализации проектов с помощью BIM-технологий. Среди всех рассматриваемых в исследовании стран, в России выявлены одни из самых активных действий на государственном уровне, способствующих более быстрому распространению 3D-моделированию.

В данной статье приведены аргументы в пользу всемерного внедрения информационного моделирования на примере проектирования систем вентиляции.

Обзор программного обеспечения

Современный рынок программного обеспечения довольно широк. Однако проектирование вентсистем возможно не во всех программах.

Программы, имеющие возможность детальной работы с вентиляционными системами:

- Autodesk Revit – содержит инструменты для архитекторов, конструкторов, строителей и проектировщиков инженерных систем;
- Renga – российская BIM-система для комплексного проектирования;
- AKSON-vent – программа для проектирования систем вентиляции и отопления;
- CADvent является узконаправленным приложением к AutoCAD и позволяет быстро и эффективно решать весь комплекс задач, которые возникают при выполнении проектов систем вентиляции.

Требования, предъявляемые к чертежам систем вентиляции

Для начала определимся с некоторыми требованиями, предъявляемыми к чертежам при выполнении проекта.

В состав рабочей документации систем вентиляции входят различные чертежи, например, рабочие для выполнения строительно-монтажных работ

и эскизные, для более конкретного изображения нетиповых конструкций и устройство, габаритные. На основании разработанных чертежей составляется спецификация материалов, оборудования и изделий, по которой в дальнейшем формируется локальная смета также документация дополняется опросными листами, по которым осуществляется подбор оборудования.

При сложном и неудобном для восприятия расположении воздуховодов, например, при сложных пересечениях и наложениях воздуховодов и различных фасонных частей друг на друга на плане, в пределах одного этажа необходимо выполнять планы на различных высотных отметках для повышения читаемости чертежа.

Также на вентиляционных схемах наносятся воздуховоды с размером поперечного сечения с указанием расхода воздуха для каждого участка воздуховода, воздухораспределители и подписываются наименования оборудования и установок. Важным является выполнение графического обозначения изолированных участков и воздуховодов с огнезащитным покрытием. Для удобства определения длин воздуховодов и дальнейшей работы монтажников указываются высотные отметки воздуховодов (ГОСТ 21.602-2016 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации систем отопления, вентиляции и кондиционирования).

Проектирование вентиляционных систем с использованием 3D-моделирования

Выполнение всех вышеперечисленных требований возможно с использованием программ BIM-моделирования, более того, применение данного программного обеспечения позволит минимизировать временные затраты, позволит детально изучить 3D модель с целью выявления различных коллизий, которые достаточно часто встречаются в местах пересечения большого количества воздуховодов.

Разработка проекта с использованием BIM-инструментов заметно отличается от проектирования в 2D пространстве.

Идея в целом остается прежней: проектировщику, как и раньше, следует самому определить количество вентсистем, выбрать места расположения оборудования, определиться с трассировкой воздуховодов, установки отводов и размещения решеток.

Однако механическая часть процесса проектирования в корне отличается. Обычно в 2D пространстве основным инструментом проектировщика является линия. Из них на плане прорисовываются воздуховоды, с помощью программных операций выполнялось скругление отводов, также занимала значительное время прорисовка прочих фасонных частей. Еще больше времени требует прорисовка оборудования: вентиляторов, обратных клапанов, противопожарных клапанов, фильтров приточных систем, шумоглушителей. Затем линиями наносились выноски с указанием наименования систем, оборудования, решеток, и диффузоров, а также сечения воздуховодов.

В современной среде BIM-проектирования все обстоит иным образом. Работа проектировщика состоит в выборе нужных элементов, размещении их на чертеже, вводе исходных параметров (например, расход воздуха и скорость воздуха для конкретного диффузора). Далее работает сама программа, которая, как и инженер, понимает для чего необходимо то или иное оборудование, выбранное из базы. Рассмотрим тот же пример с диффузором, программа может автоматически рассчитать диаметр диффузора в зависимости от требуемой скорости всего в пару кликов. Аналогично с крупногабаритным оборудованием, таким, как вентиляторы, фильтры и воздухонагреватели.

При изменении проектировщиком расхода воздуха выполнится автоматический пересчет параметров воздуховода. Аналогично,

проектировщик может переместить решетку и автоматически пересчитается длина воздуховода, также это изменение отобразится на всех существующих видах и в спецификации [7].

Важно отметить, что BIM облегчает выполнение аэродинамических расчетов, используя уравнение Халанда, формулу Альтшуля-Цаля или формулу Коулбрука, [8] позволяет произвести детальный осмотр систем, способствуя выявлению погрешности, но выбор того или иного проектного решения всегда остается за человеком.

Как бы то ни было, понемногу программные обеспечения раскрывают в себе способность давать советы и предлагать всевозможные пути решения проблем. Вполне вероятно, что это явление эфемерно, и в скором времени программы обретут возможность решать простые проблемы самостоятельно.

Возможность оценить преимущества BIM-моделирования доступна только при применении в проекте качественных цифровых моделей, для этого необходима кропотливая проработка мелких деталей системы. Однако вносить изменения в проект будет гораздо легче, так как внести изменения необходимо будет лишь в модель, тогда как, например, спецификации и схемы изменятся автоматически.

В результате модель здания, полученная в ходе информационного моделирования, дает возможность быстрее принимать различные проектные решения, исключает коллизии, возможные при разработке систем, автоматически формирует планы, проектную документацию и позволяет предсказывать эксплуатационные параметры объекта, помогает в процессе строительства и эксплуатации [9].

Заключение

В развитых странах BIM-моделирование широко внедряется в процесс проектирования. Согласно ежегодным цифровым опросам NBS, современные

методы строительства сейчас на подъеме [10]. Данный процесс регулируется государством и во многих странах BIM-стандартами.

Следует повторно отметить, что с 1 марта 2022 года применение BIM в России становится обязательным для некоторых объектов.

Таким образом, BIM-моделирование в скором времени станет средой обитания для нынешних и тем более будущих поколений инженеров. И сейчас важно осознавать необходимость изучения BIM-проектирования, так как на данный момент есть все основания предполагать, что на современном рынке с каждым годом все больше и больше будет падать спрос на 2D проектировщиков, причем уже в весьма обозримом будущем. Это связано с быстротечностью смены эпох, происходящей все чаще в современном мире.

Литература

1. Jin RY, Zuo J., Hong JK. Scientometric Review of Articles Published in ASCE's Journal of Construction Engineering and Management from 2000 to 2018. Journal of Construction Engineering and Management, 2019. Vol. 145 (Iss. 8). Article Number: 06019001. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001682.
2. Старцев Р.К. Уровни внедрения BIM-технологий // Научный аспект, 2020. том 8, №4. С. 1028-1032.
3. Состояние внедрения BIM в 2021 году: сравнение 7 стран // Строительный эксперт, 2021. URL: ardexpert.ru/article/21317
4. Ледовских Л. И., Карпиняну Е. Нормативно-техническая база по применению BIM-технологии на начало 2021 года // Инженерный вестник Дона, 2021, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6964.
5. Зеленцов Л.Б., Цапко К.А., Беликова И.Ф., Пирко Д.В. Совершенствование процесса строительства с использованием BIM-технологий // Инженерный вестник Дона, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346.

6. Скворцов А.В. Обзор международной нормативной базы в сфере BIM. Томск: ТГУ, 2016. 45 с.
7. Парамонов А.Д., Хомяков Д.В., Пипкин С. В. Применение BIM-технологий при проектировании систем вентиляции // Молодые ученые – развитию национальной технической инициативы (поиск), 2021, №1. С. 228-231
8. Суханова И.И., Гнедых В.С., Демшина Д.А. Анализ гидравлического и аэродинамического расчётов систем отопления и вентиляции на основе BIM-моделирования // Инженерный вестник Дона, 2019, №9. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N9y2019/6220.
9. Хомутский Юрий. BIM-технологии. Информационное моделирование современных систем – УКЦ // Мир климата. URL: hvac-school.ru/vestnik_ano/vestnik_ukc_62/bim_tehnologii_informacionnoe_modelirovanie_klimaticheskikh_sistem.
10. Hamil Stephen. What is BIM? URL: thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim.

References

1. Jin RY, Zuo J., Hong JK. Journal of Construction Engineering and Management, 2019. Vol. 145 (Iss. 8). Article Number: 06019001. DOI: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001682.
 2. Starcev R.K. Urovni vnedrenija BIM-tehnologij. Nauchnyj aspekt. 2020. pp. 1028-1032.
 3. Sostojanie vnedrenija BIM v 2021 godu: sravnenie 7 stran, 2021 [The state of BIM implementation in 2021: comparison of 7 countries]. URL: ardexpert.ru/article/21317
 4. Ledovskih L. I., Karpinjanu E. Inzhenernyj vestnik Dona, 2021, №5. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n5y2021/6964.
-



5. Zelencov L.B., Capko K.A., Belikova I.F., Pirko D.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №3. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6346.
6. Skvorcov A.V. Obzor mezhdunarodnoj normativnoj bazy v sfere BIM [Overview of the international regulatory framework in the field of BIM] Tomsk: TGU, 2016. 45 p.
7. Paramonov A.D., Homjakov D.V., Pipkin S. V. Primenenie BIM-tehnologij pri proektirovanii sistem ventiljacji. Molodye uchenye – razvitiju nacional'noj tehnicheckoj iniciativy (poisk). 2021, №1. pp. 228-231.
8. Suhanova I.I., Gnedyh V.S., Demshina D.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, №9. URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/N9y2019/6220.
9. Homutskij Jurij. BIM-tehnologii. Informacionnoe modelirovanie sovremennyh sistem – UKC [BIM technologies. Information modeling of modern systems - UKC]. Mir klimata. URL: hvac-school.ru/vestnik_ano/vestnik_ukc_62/bim_tehnologii_informacionnoe_modelirovanie_klimaticheskikh_sistem
10. Hamil Stephen. What is BIM? URL: thenbs.com/knowledge/what-is-building-information-modelling-bim