# BIM-МОДЕЛИРОВАНИЕ. Этапы развития

***Е. Н. Болотов*, генеральный директор ООО «ВАК-инжиниринг»**

**Ключевые слова:** BIM, информационное моделирование здания, проект, инженерные системы

Термин BIM прочно обосновался в лексиконе профессионального современного специалиста в области строительной индустрии. Обратимся к общему определению BIM, представленному в Википедии: BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или информационная модель здания.
Информационное моделирование здания – это подход к управлению жизненным циклом объекта, который предполагает сбор и комплексную обработку в процессе проектирования всей архитектурно-конструкторской, технологической, экономической и иной информации о здании со всеми ее взаимосвязями и зависимостями, когда здание и все, что имеет к нему отношение, рассматриваются как единый объект.

Итак, BIM-моделирование начинается с концепции: архитектурной, конструктивной и в том числе концепции инженерных систем (далее – ИС) здания. И, если проект не типовой или повторного применения, мы вправе для выбора оптимального варианта рассмотреть несколько решений, имея широчайшую палитру современного оборудования и возможных условий его применения.

**Рассмотрим решения по ИС для категории современных технически сложных и уникальных высотных зданий. Как правило, это каскадные, разбитые на пожарные отсеки системы отопления, приточно-вытяжной вентиляции, противодымной защиты, тепло-, холодо- и водоснабжения и водоотведения. Однако есть и альтернативные варианты, обладающие своим набором положительных характеристик.**

Компания RMJM (Великобритания) выполнила в своем профессиональном стиле проектную документацию для двух хорошо узнаваемых высотных зданий в Москве и Санкт-Петербурге: «Сити-Палас», на последующем этапе диалектического развития ставший башней «Эволюция», и «Охта-центр», смещенный из исторического центра города на окраину, в район Лахты.

В первом проекте RMJM этажи здания, представляющие в плане квадрат, сдвинуты каждый на 3 градуса и развернуты по вертикали в форме спирали. В здании отсутствуют: технические этажи, подшивной потолок, вертикальные шахты для систем приточно-вытяжной вентиляции, т.е. практически реализован максимально высокий коэффициент использования полезной площади. Назначение помещений – офисы свободной планировки. Присутствует фальшпол для прокладки кабельной продукции. Раздача воздуха реализована через пространство фальшпола без воздуховодов от шкафных вертикальных кондиционеров. Воздухообмен организован по схеме «снизу вверх» через индивидуальные доводчики с встроенным маломощным вентилятором с переменным расходом и зональным электрическим нагревателем для индивидуального регулирования параметров воздуха в рабочей зоне. Сам воздухораздающий прибор имеет достаточную резервную длину кабеля и может свободно быть перемещен в иное место офиса в зависимости от расположения рабочих мест и мебели без привлечения обслуживающего персонала. Воздухозабор и выброс – поэтажный. Система вентиляции – адаптивная в зависимости от текущей нагрузки. Система не только компактная, малозатратная, но и энергоэффективная и, кроме того, органично вписывается как в архитектурную концепцию, так и в изящный конструктив здания.

«Охта-центр» – одно из самых высоких зданий в Европе, имеющее 100 %-ное остекление фасадных конструкций и расположенное в не очень благоприятной северной климатической зоне. Офисная часть отделена от фасада буферными зонами с возможным временным пребыванием людей. Наличие таких зон позволяет, с одной стороны, стабилизировать оптимальные параметры внутреннего воздуха непосредственно в офисах, с другой – реализовать энергоэффективные решения по компенсации потерь тепла через ограждающие конструкции, аккумулировать и использовать тепло от солнечной радиации с учетом движения почасовых поступлений с востока на запад, в том числе и для обогрева северного фасада здания. Буферная зона использована и для создания воздушного активного противодавления для сокращения потоков влажного внутреннего воздуха с эксфильтрацией из офисной части через фасадные конструкции для исключения их обмерзания.

Для выбора оптимального варианта технических решений по системам климатизации и алгоритму управления воздушного режима высотного здания проводилось не только программное моделирование, но и натурные испытания как фасадных конструкций, так и вариантов ИС с симуляцией тепловлажностного режима высотного здания в 2-этажном испытательном павильоне – фрагменте будущего реального здания. Отработка режимов, замеры контрольных параметров проводились совместно с НИИ строительной физики (Москва).

POLAR BEAR

С НАМИ КОМФОРТНО

КЛИМАТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

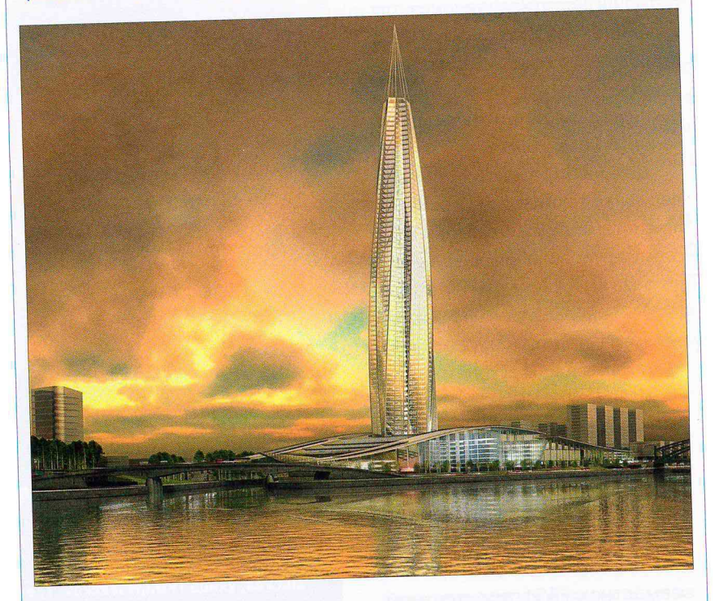
- Вентиляционное оборудование
- Кондиционеры
- Чиллеры и фанкойлы
- Увлажнители воздуха
- Осушители воздуха
- Системы автоматики

АРКТИКА
СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ, ОТОПЛЕНИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Москва, улица Тимирязевская, 1, строение 4.
Тел.: (495) 981 1515, (499) 755 1515.
Факс: (495) 981 0117.
Санкт-Петербург, улица Разъезжая, 12, офис 43.
Тел.: (812) 441 3530. Факс: (812) 441 3535.
www.ARKTIKA.ru

Реклама

**Болотов Евгений Николаевич**, генеральный директор ООО «Вак-Инжиниринг», председатель Комитета НП «АВОК» по историческим и музейным зданиям, руководил разработкой Стандарта АВОК «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». Разработчик проектно-сметной документации на комплексную реконструкцию, реставрацию и приспособление под современные музейные технологии комплекса зданий Государственного музея изобразительных искусств им. А. С. Пушкина, Музея современного искусств, Политехнического музея, Государственного музея космонавтики, городской усадьбы Голицына, музеев Московского Кремля, в том числе реконструкцию здания Средних торговых рядов (Красная площадь, 5) площадью 70 тыс. м$^2$. Принимал участие в проектировании и оптимизации технических решений по инженерным системам высотных зданий «Эволюция» (Москва-Сити) и «Охта-центр» (Санкт-Петербург).



«Охта-центр»

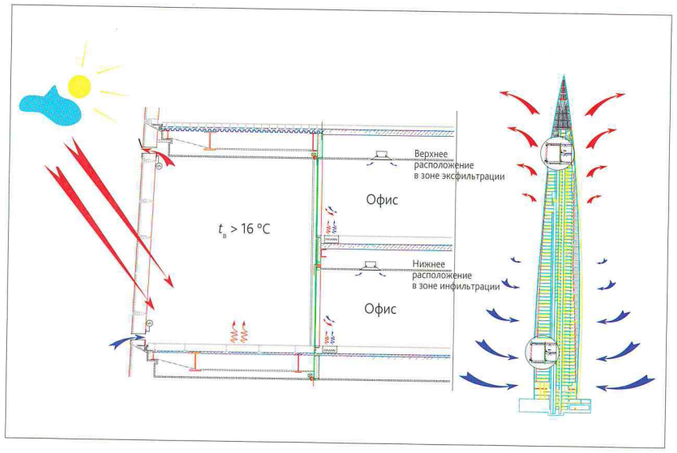
Здание имеет технические этажи, обусловленные значительной высотой и наличием внутренних ферм. В технической зоне размещено вентоборудование в комбинации с компактными водоохлаждаемыми реверсивными холодильными машинами, обслуживающими каждый пожарный отсек. Выбранная схема позволяла эффективно и гибко реализовать утилизацию тепла от солнечной радиации, собственно компрессоров холодильных машин, использовать потенциал свободного охлаждения в системах отопления, вентиляции и горячего водоснабжения.

Проекты успешно прошли государственную экспертизу, но как часто бывает при реализации, особенно при смене генпроектировщика, инженерные системы приобрели уже знакомый упрощенный «классический» вид.

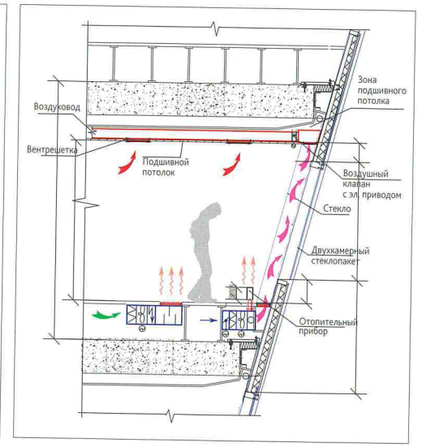
Более детальное описание принятых решений приведено в Строительной энциклопедии (том «Высотные здания»), в журналах «АВОК» и «Высотные здания» [1–5].

**Итак, занимаясь профессиональным проектированием, мы, как правило, имеем несколько вариантов решений. Вопрос: как перейти от качественных оценок: «так принято», «так обычно делают» или более научно обоснованно – «это энергоэффективно», к более понятным заказчику и инвестору количественным показателям: сколько это стоит в рублях, долларах или евро?**

Важнейшая составляющая стоимости – первоначальные инвестиции. Однако не следует забывать, что принципиальной составляющей стоимостного баланса является стоимость площади под оборудование и коммуникации, полезная высота этажа. Это важно для всех типов зданий.




Использование аэрации для снятия теплоизбытков от солнечной радиации в буферной зоне высотного здания




Организация воздухообмена

Другими не менее важными составляющими стоимости являются собственно расчетные и текущие фактические нагрузки от ИС в кВт тепла, электроэнергии, воды в м$^3$/ч на охлаждение градирен и водопотребление, включая увлажнение приточного воздуха и охлаждение градирен, переведенные в рубли. Эти составляющие формируют технические условия на присоединение и инвестиционную привлекательность для последующей продажи или аренды. Здесь уместно использовать положительный опыт США, где в зависимости от формата последующей реализации проекта (продажа, аренда или использование для собственных нужд) формируются требования к ИС здания. Поиск оптимальных решений по техническим и экономическим показателям и является целью BIM-моделирования ИС.

Рассмотрим работу в круглогодичном цикле функционирования простейшей с точки зрения ИС типа зданий – жилые или апартаменты. Несмотря на свою простоту, присутствуют многочисленные варианты решений – от простейших сочетаний гравитационных, гибридных, механических систем централизованной и поквартирной вентиляции, дополненных VRF-, VAV- и сплит-системами, фэнкойлами и т.д.

Исходными составляющими программного комплекса являются:

- технические характеристики систем отопления, приточно-вытяжной вентиляции и холодоснабжения;
- климатология с фактическими параметрами за несколько характерных лет (прошедший, наиболее жаркий и холодный), с данными по суточным значениям дневной и ночной температуры и энтальпии наружного воздуха, данными по солнечной радиации, включая пасмурные и солнечные дни. Учитываются высота стояния солнца в течение года и ее составляющая на поступление тепла;
- собственно конструктивная и архитектурная модель здания, ориентация и теплотехнические характеристики;
- режим работы или загрузки внутренних площадей или зон здания;
- важнейшей составляющей является алгоритм управления инженерными системами при круглогодичном цикле работы, особенно с учетом переменной загрузки систем.

Выполнив моделирование с почасовыми интервалами, мы получаем, с одной стороны, годовые показатели по затратам тепла, холода, электроэнергии, с другой – корректируем алгоритмы управления ИС (например, когда эффективно использовать охлаждающий потенциал наружного воздуха, а когда включать холодильные машины или использовать режим heat pump).

Программный комплекс, реализующий представленный алгоритм, разработан совместно с компанией «Интерстрой» («Интерпроект») и ее партнером из США компанией WSP, активно участвующей в том числе в разработке и развитии программного обеспечения для графического моделирования Revit.

**Безусловно, наибольший практический результат мы получаем при комплексном подходе, моделируя как тепловоздушный режим здания,**

**включая и влажностный режим, так и инженерные системы по их обеспечению.**

Современные здания имеют сложную архитектурную и конструктивную структуру и включают, как правило, разновысотные помещения, объединенные переходами, внутренними двориками, парадными лестницами. Фасады зданий характеризуются большой площадью остекления, часто присутствуют фонари, также влияющие на внутренний воздушный режим здания.

В этом случае само здание следует рассматривать как единую технологическую систему со сложной внутренней гидравликой. Для такой модели характерны значительные перепады давления внутреннего воздуха, вызванные сочетанием как гравитационной составляющей, так и дисбалансом от работы систем В и КВ. Следует принять во внимание обоснованное требование нормативных документов по созданию положительного дисбаланса воздуха непосредственно в кондиционируемых помещениях. С другой стороны, воздушный баланс в целом по зданию, включая и инфильтрацию с эксфильтрацией, безусловно, сохраняется. Такой режим характеризуется наличием перетекания внутреннего воздуха между смежными помещениями с переносом тепла, влаги и неприятных запахов из буфета или горячего цеха с возможной потерей контроля над параметрами внутреннего воздуха, конденсацией влаги на стеклянных поверхностях и т.д. Такие проблемы характерны для музеев и других современных общественных зданий.

Для моделирования воздушного, теплового, влажностного и газового режимов здания в целом разработан программный комплекс, основанный на определении давлений внутреннего воздуха по помещениям с учетом как наружных условий (краевая задача), так и переменных внутренних тепло- и влагопоступлений на базе геометрической модели здания. Методика расчета и программа создавались поэтапно совместно с кафедрой «Отопление и вентиляция» МИСИ–МГСУ под руководством В. П. Титова, доктора техн. наук, и применялись в том числе для расчета воздушного режима промышленных, высотных и общественных зданий, включая музейные комплексы.

Моделируя системы в круглогодичном цикле функционирования с фактическими данными по климатологии, как было показано выше, мы окончательно определяем расчетные параметры для оборудования в соответствии с принятым коэффициентом обеспеченности. В настоящее время указанный показатель применяется исключительно при выборе расчетных параметров наружного воздуха. Фактические результаты работы системы часто существенно превышают количество часов с отклонениями от расчетных параметров. Моделирование в круглогодичном цикле позволяет для выбранных систем зафиксировать критичные области, которые, как правило, не совпадают с расчетными предельными начальными значениями температуры и энтальпии наружного воздуха, с целью обоснованного определения расчетных нагрузок на системы.

Отмечая практический интерес в развитии ряда отдельных направлений в строительной отрасли, в том числе и BIM-технологий, НП «АВОК» разработало и выпустило стандарт по обеспечению музейного микроклимата. В работе над стандартом НП «АВОК» объединил усилия представителей музеев, архитекторов, реставраторов, поставщиков профессионального климатического оборудования и систем управления. В число разработчиков входят: Союз архитекторов России, Союз реставраторов, специалисты Государственного Эрмитажа (СПб.), ГМИИ им. А. С. Пушкина, МГСУ и многие другие. В стандарте нашли отражение и сформулированы требования и рекомендации по реализации в том числе и BIM-технологий.

### Литература


1. Болотов Е. Н., Сапожникова А. Б. Многофункциональный высотный комплекс // АВОК. – 2008. – № 8. – С. 62–68.
2. Болотов Е. Н. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха высотных зданий и сооружений // Российская архитектурно-строительная энциклопедия. Т. 13. Строительство высотных зданий и сооружений. М., 2010. С. 414–432.
3. Болотов Е. Н., Болотов П. Е. Климатический Hi-Tech «Охты» // Высотные здания. – 2011. – № 1, 2.
4. Болотов Е. Н. Создание комфортного микроклимата. Задачи современного проектирования // Высотные здания. – 2011. – № 3.
5. Болотов Е. Н. Влияние схемы организации воздухообмена на нормируемые параметры внутреннего воздуха в высотном здании // Жилищное строительство. – 2013. – № 6.
6. Стандарт СТО НП «АВОК» 7.7–2018 «Музеи. Отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха». М., 2018.

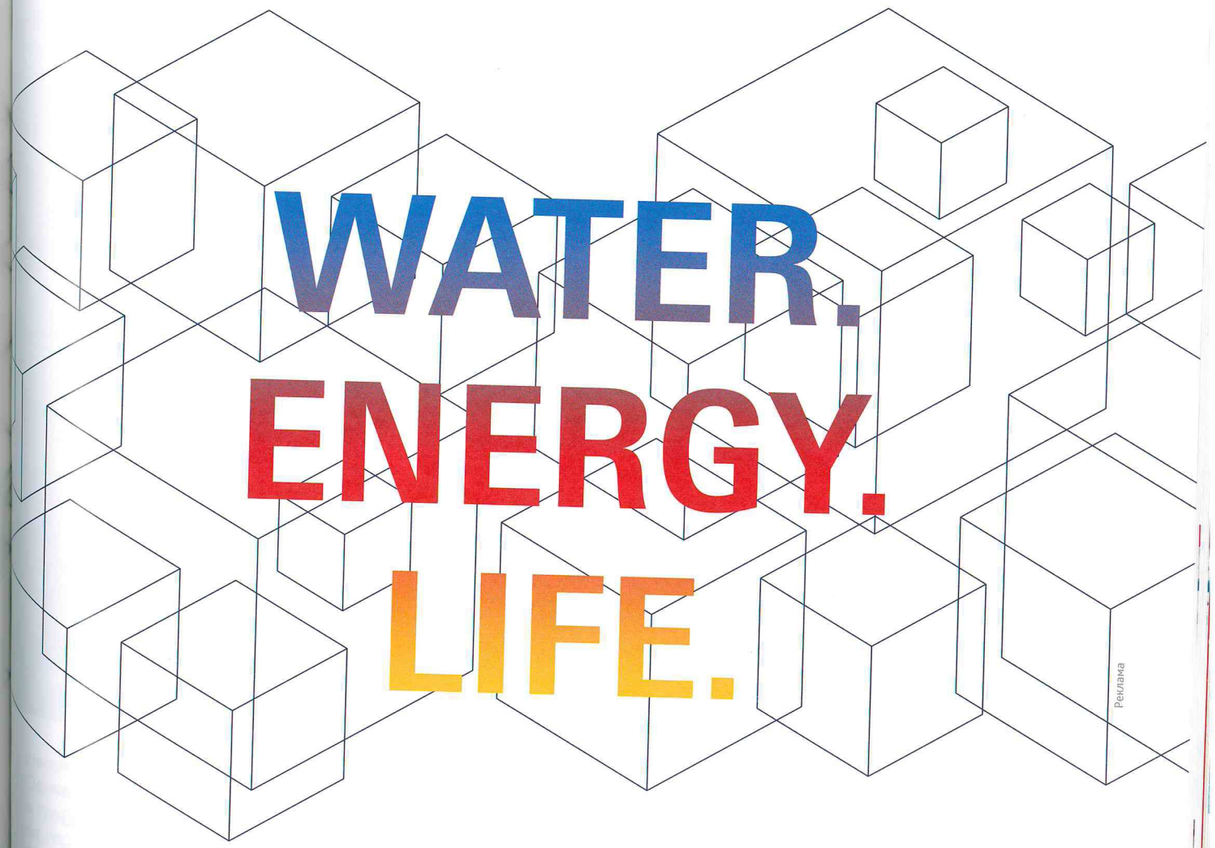




ISH
World's leading trade fair
HVAC + Water
Франкфурт-на-Майне, Германия, 11–15. 3. 2019

Новое расписание: понедельник – пятница

Будьте на шаг впереди.
Выставка ISH — ваш проводник в вопросах дигитализации, дизайна, эффективности и защиты климата.




www.ish.messefrankfurt.com
info@russia.messefrankfurt.com
Тел. +7 (495) 649-87-75

messe frankfurt

Реклама