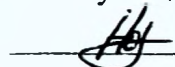


Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»  
Факультет инженерных систем и экологии  
Кафедра теплогазоснабжения и вентиляции

СОГЛАСОВАНО

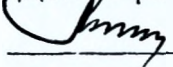
Заведующий кафедрой

 В.Г.Новосельцев

« 28 » 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета

 О.П.Мешик

« 28 » 12 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ**  
**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**  
**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**  
**«КОМПЬЮТЕРНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ И**  
**ТЕОРИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИ-**  
**ТЕЛЬСТВЕ»**

для специальности:

1-70 80 01 Строительство зданий и сооружений

Профилизация: Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна

Составитель: Новосельцев Владимир Геннадьевич, зав. кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, доцент, к.т.н.

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического Совета протокол № 3 от 29.12.2022г .

рег. в УМК 22/23-94

## Пояснительная записка

### Актуальность изучения дисциплины

Учебная дисциплина «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» относится к модулю «Программные средства, информационные технологии и системы управления» государственного компонента учебного плана магистратуры. Целью освоения учебной дисциплины «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является приобретение магистрантом знаний и умений, позволяющих использовать технологии информационного моделирования при проектировании систем ТГВ (BIM).

Задачи учебной дисциплины:

Подготовка специалистов, владеющих основными положениями информационного моделирования (BIM); изучение методов создания информационной модели (BIM) и использования ее для создания проектной документации; практическое освоение использования информационной модели (BIM) для статического расчета; изучение компьютерных программных комплексов для создания информационной модели и использования ее в проектировании.

В результате изучения учебной дисциплины формируются следующие компетенции:

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать основные определения и понятия информационного моделирования в

строительстве, принципы использования информационной модели на всех этапах жизненного цикла объекта строительства и систем ТГВ.

уметь создавать информационную модель объекта строительства, экспортировать аналитическую часть модели в расчетные комплексы.

владеть современными программными комплексами для создания и управления информационной моделью.

ЭУМК разработан на основании Образовательного стандарта для специальности 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» (профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»), и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве» для специальности 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» (профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»). ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной

программой по учебной дисциплине компонента учреждения высшего образования «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве».

**Цели ЭУМК:**

- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

- организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательным стандартам высшего образования специальности 1-70 80 01 «Строительство зданий и сооружений» (профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»), а также учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

Материал представлен на требуемом методическом уровне и адаптирован к современным образовательным технологиям.

**Структура электронного учебно-методического комплекса по дисциплине «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве»:**

**Теоретический раздел ЭУМК** содержит материалы для теоретического изучения учебной дисциплины и представлен конспектом лекций.

**Практический раздел ЭУМК** содержит материалы для проведения лабораторных учебных занятий в виде лабораторного практикума.

**Раздел контроля знаний ЭУМК** содержит материалы для зачета, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательных стандартов высшего образования и учебно-программной документации образовательных программ высшего образования.

**Вспомогательный раздел** включает учебные программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве», список основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по организации работы с УМК:

- лекции проводятся с использованием персонального компьютера и мультимедийного проектора;
- при подготовке к зачету используется конспект лекций, техническая основная и вспомогательная литература;
- лабораторные занятия проводятся с использованием представленных в ЭУМК методических указаний;
- зачет проводится в письменном виде, вопросы для зачета приведены в разделе контроля знаний.

## **ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ**

### **I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

Тема 1 Основные данные по BIM

Тема 2 Термины BIM

Тема 3 Основные концепции BIM

Тема 4 Системы отопления и вентиляции в умных домах

### **II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

Лабораторный практикум

### **III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

Вопросы к зачету

### **IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ**

# I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## ТЕМА 1 ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО BIM

- 1.1. Понятие BIM
- 1.2. Краткая история BIM
- 1.3. Виды BIM

## ТЕМА 2 ТЕРМИНЫ BIM

- 2.1. Копирование/Мониторинг
- 2.2. Термин «компонент»
- 2.3. Термины «параметры компонента», «атрибуты компонента», «графические свойства компонента»
- 2.4. Термин «сборка»
- 2.5. Состав цифровой информационной модели
- 2.6. Разделение компонентов

## ТЕМА 3 ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ BIM

## ТЕМА 4 СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В УМНЫХ ДОМАХ

- 4.1. Рейтинговая система оценки «Зеленое строительство»
- 4.2. Способы увеличения эффективности работы систем. Снижение нагрузок на отопление и охлаждение
- 4.3. Точное определение типоразмеров оборудования
- 4.4. Последовательность работы систем ОВК
- 4.5. Эксплуатация
- 4.6. Вытесняющая вентиляция
- 4.7. Управление ОВК
  - 4.7.1. Уровень управления
  - 4.7.2. Контроллеры системного уровня или уровня здания
  - 4.7.3. Контроллеры полевого уровня
- 4.8. Примеры умных технологий в системах ОВК

## ТЕМА 1 ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ПО BIM

### 1.1. Понятие BIM

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или информационная модель здания. Информационное моделирование здания – это подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания (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 всё, что имеет к нему отношение, рассматривается как единый объект. BIM – это общий ресурс знаний для информации об объекте, формирующем надежную основу для принятия решений в течение всего его жизненного цикла: определяемого как существование с самой ранней концепции, далее – через проектирование и строительство, эксплуатацию и до его сноса. Наиболее краткое определение от Jerry Laiserin («отца» BIM): 3D objectoriented AEC-specific CAD – трехмерно объектный AEC – специфичный CAD. В этом определении AEC, Architecture, Engineering and Construction – Архитектура, Инженерные системы, Конструкции; CAD, Computer Aided Design – САПР, Система автоматизированного проектирования). Информационная модель (ИМ) объекта должна быть интегрирована с его данными и документами на соответствующем этапе жизненного цикла (ЖЦ). Объектом может быть любое сооружение, которое инвестиционно обосновывается, планируется к постройке, проектируется, строится, эксплуатируется и технически обслуживается, модифицируется и реконструируется; выводится из эксплуатации, демонтируется и утилизируется, например, полная инфраструктурная сеть, технологическая установка, здание, шоссе, корабль, самолет.

Таким образом, можно выделить три основных элемента, характеризующих BIM – единая 3D модель, параметрическая модель и AEC (Architecture, Engineering and Construction) - специфика. Стандартный CAD по умолчанию двухмерен, 2,5 и 3D модели в нем обычно получаются путем преобразований из первоначального, более бедного в информационном плане, 2D чертежа. BIM трехмерен изначально. Более того, он представляет собой единую 3D модель здания со всеми необходимыми свойствами и параметрами входящих в модель объектов. Все необходимые в дальнейшей работе чертежи и схемы генерируются из этой модели «на лету», то есть нет отдельного плана или разреза, они становятся лишь отдельными представлениями модели, определенными пользователем. Поэтому если каким-то участником процесса (например, проектировщиком) вносятся изменения в модель, то все они автоматически отражаются во всех ее представлениях – планах, схемах, спецификациях, расчетах и т.д.

## 1.2. Краткая история BIM

Термин «информационная модель» появился в середине прошлого века. Его автором считают Чака Истмэна (полное имя Чарльз М. Истмэн – Charles M. Eastman, Chuck Eastman), преподавателя в Колледжах Архитектуры и Информатики в Технологическом институте штата Джорджия). По-видимому, впервые этот термин упоминается в его публикации. В США Чак Истмэн считается пионером компьютерного архитектурного проектирования (Architecture, Engineering and Construction Computer-Aided Design, AEC CAD) и исследований в 3D, твердотельном и параметрическом моделировании.

К концу 1980-х концепция получила развитие и в Европе. После этого из английского (Product Information Model) и американского (Building Product Model) образовался современный термин «Building information modeling». Впервые его использовал сотрудник Bentley Systems англичанин Роберт Эйш (Robert Aish).

В 1986 году он сформулировал основные принципы нового подхода. Основная идея ученого заключалась в том, чтобы автоматизировать процесс создания строительных макетов. Вся необходимая информация, включая сметы, базы данных, временные расчеты, соединилась воедино в одной компьютерной 3D модели: трехмерное моделирование, автоматическое получение чертежей, интеллектуальная параметризация объектов, соответствующие объектам базы данных, распределение процесса строительства по временным этапам и т.д. Это была первая попытка внедрения системы BIM моделирования зданий в мировую архитектурно-строительную деятельность.

Первую обкатку теория Эйша получила при реконструкции «Терминала 3» лондонского Хитроу. С начала 2000-х годов термин Building Information Model появился в профессиональном лексиконе разработчиков строительного ПО. Вскоре концепция стала известна не только профессионалам, но и властям, сделавшим использование BIM в ряде стран обязательным. Это произошло во многом благодаря стараниям компании Autodesk, куда перешел Эйш.

С 2002 г. CAD-программные продукты начинают ориентироваться на BIM, что стало возможным при параметризации объектов и применении объектноориентированного подхода, перенесенного из программирования.

С 2004 г. происходило дальнейшее развитие программного обеспечения, выражающееся в создании взаимодействия между участниками процесса проектирования. Далее развитие BIM происходит в сторону увеличения функциональности, использования облачных технологий, интеграции с интеллектуальными технологиями: «Умный дом» (Smart Homes), «Интернет вещей» (Internet of Things, IoT), «Дополненная реальность» (Augmented Reality, AR).

### 1.3. Виды BIM

Виды BIM:

1. AIM (Architectural information model) – архитектурная ИМ.
  2. SIM (Structural information model) – структурная ИМ.
  3. FIM (Facility information model) – ИМ объекта, обычно используется как общее понятие ИМ любого объекта.
  4. BSIM (Building services information model) – ИМ инженерных систем здания, которая обычно включает в себя инженерную технику, электротехнику, сантехнику и системы управления микроклиматом (MEP), которые далее могут подразделяться на следующие:
    - Линии связи, телефоны и ИТ-сети (ИКТ)
    - Энергоснабжение – газ, электроэнергия и возобновляемые источники энергии
      - Эскалаторы и лифты
      - Противопожарные системы
      - Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха (ОВК, HVAC -Heating, Ventilation, & Air Conditioning)
    - Молниезащита Низковольтные системы, распределительные щиты и распределительные устройства
      - Естественное освещение и искусственное освещение, а также фасады зданий
    - Системы безопасности и сигнализации
    - Водоснабжение, водоотведение и водопровод
- BrIM (Bridge information model) – ИМ мостов.

В настоящее время во многих странах мира (США, Великобритания, Франция, страны Северной Европы, Сингапур, Южная Корея, Китай и др.) в строительстве активно внедряются технологии информационного моделирования. Масштаб внедрения BIM в указанных странах объясняется, прежде всего, выгодами от применения этой технологии. Эти выгоды приобретаются на различных этапах реализации проекта и различных уровнях (на уровне отдельного предприятия, отрасли и государства в целом).

Результаты применения BIM проявляются в виде высокого качества проектной документации, хранения информации в едином информационном ресурсе, улучшения информационного обмена и взаимодействия различных участников инвестиционно-строительных проектов, снижения затрат на этапе строительства и т.д. Все это приводит и к повышению экономической эффективности реализации проектов строительства зданий и сооружений, в том числе снижению себестоимости.

В силу наличия преимуществ от использования BIM на государственном уровне в ряде стран установлены условия по обязательному применению указанных технологий при проектировании и строительстве объектов



за счет средств государственного бюджета. Подобные требования постепенно вводились государственными заказчиками в США с 2003 года, а в ряде стран Европы и Азии – с 2007 года. В 2011 году о новой стратегии в области строительства, ориентированной на достижение конкурентных преимуществ на мировой арене, объявила Великобритания. В рамках стратегии реализуется программа перехода на технологии информационного моделирования. В рамках программы был подготовлен переход на обязательное применение данных технологий с апреля 2016 года для всех финансируемых из бюджета проектов, в том числе нового строительства, реконструкции, капитального ремонта. В 2012 году в США более 70% участников строительного рынка заявили об использовании технологий информационного моделирования в своих проектах (данные компании Mc Graw Hill Construction), в Великобритании в 2016 году – 54% (по данным NBS, National BIM Report). По данным сингапурского государственного агентства по строительству (BCA, Building & Construction Authority), с 2015 года более 80% всех строительных проектов выполняется исключительно с применением BIM-технологий. К настоящему моменту все без исключения проектные организации и около 70% строительных подрядчиков Сингапура применяют BIM на своих проектах.

В январе 2014 года были внесены поправки в европейскую Директиву о госзакупках, где всем странам Евросоюза для повышения прозрачности и эффективности расходования бюджетных средств было рекомендовано применять электронные формы работы, включающие BIM в строительстве. В настоящее время организована и финансируется Еврокомиссией рабочая группа по BIM (EU BIM Task Group) из представителей госзаказчиков стран, входящих в Евросоюз. Целью работы группы является выработка общих для всех стран Евросоюза правил планирования и реализации госзаказов на проектные и строительные подряды. Сейчас под термином BIM понимают информационное моделирование зданий (Building Informational Modeling, BIM), которое, в свою очередь, представляет собой процесс разработки информационной модели здания (Building Informational Model, сокращенно также BIM) на стадиях жизненного цикла. Информационное моделирование выполняется на каждой стадии, начиная с обоснования и планирования строительства. При этом как результат на каждой стадии создается информационная модель, соответствующая данной стадии жизни здания. В принципе, в этой модели содержится весь объем собранной информации по зданию. Для этого инструментарий хранения и обработки информации при моделировании должен обеспечивать удобный доступ к ней определенного на данной стадии круга лиц и незатруднительное извлечение из нее вышеупомянутыми лицами требуемых сведений

[вернуться к оглавлению](#)

## ТЕМА 2 ТЕРМИНЫ BIM

Расшифровка ряда терминов, относящихся к видам BIM (AIM; SIM; FIM; BSIM, BrIM), приведена выше. Ниже приведены пояснения к английским аббревиатурам по информационному моделированию, используемым далее в тексте, и вообще в сфере BIM.

- ERP (Enterprise Resource Planning, планирование ресурсов предприятия) – организация и интеграция между собой всех (максимального количества) процессов предприятия, направленная на снижение издержек и энергоресурсосбережение.

- IFC (Industry Foundation Classes) – открытый формат обмена данными в строительной области и BIM, разработанный buildingSMART.

- bSDD (buildingSMART Data Dictionary, IFD – International Framework for Dictionaries) – словарь данных buildingSMART, стандарт терминологии. Основу библиотеки IFD составляют международные открытые стандарты, разработанные ISO (в основном ISO 12006-3:2007). IFD библиотека – один из основных компонентов технологии buildingSMART.

- IDM (Information Delivery Manual) – стандарт buildingSMART, разработанный для поддержки методологии фиксации и описания процессов и информационных потоков в течение жизненного цикла сооружения.

- iBIM (Integrated BIM) – интегрированный BIM, полностью интегрированные данные и интегрированный процесс на всем жизненном цикле сооружения. Соответствует третьему уровню зрелости

- CPIC (Construction Project Information Committee) – консультативная группа представителей крупных участников строительной индустрии Великобритании, которая обеспечивает распространение наилучших практик в сфере строительства.

- O-O (OOAD – Object-oriented Analysis and Design) – обычная в программировании практика объектно-ориентированного подхода при анализе и конструировании системы, приложения, бизнес-процесса и т.д.

- LOD (Level of Detail (UK) – LOD1/2/3/4/5) – уровень детализации, это прием представления графической информации, когда объект имеет несколько уровней представления, от самого грубого до максимально подробного и реалистичного.

- Level of Development (US) – LOD100/./500) – уровень проработки, пришел на смену термину «уровень детализации», согласно последней спецификации стандартов (AIAE203-2013 Building Information Modeling and Digital Data Exhibit и AIA Contract Document G202-2013 Building Information Modeling Protocol Form) LOD определяет минимальный объем геометрических, пространственных, аналитических и других данных объекта информационной модели, которые достаточны для использования программными модулями BIM на этом уровне детализации.

## 2.1. Копирование/Мониторинг

Когда над проектом совместно работают несколько групп, эффективный мониторинг и координация могут помочь в сокращении количества ошибок и дорогостоящих переделок. Инструмент "Копирование/Мониторинг" позволяет обеспечить передачу информации об изменениях в проекте другим рабочим группам. Копирование/мониторинг используется, если:

- архитекторы, специалисты по несущим конструкциям и инженеры работают с программным обеспечением Revit;
- каждую рабочую группу следует информировать об изменениях в уровнях, сетках и других элементах;
- группы будут формировать связи файлов проекта для работы над одним и тем же проектом здания;
- каждая рабочая группа работает с собственной редакцией файла проекта и использует программу Revit для разработки конструктивных решений, относящихся к своему разделу проекта;
- все файлы проекта здания связаны друг с другом с целью обеспечения совместного доступа к информации об изменениях в отслеживаемых элементах проекта.

Ниже приведен пример подобного процесса.

- Архитектор проектирует архитектурную модель.
- Инженер-строитель создает пустой проект несущих конструкций и использует инструмент "Копирование/Мониторинг" для копирования уровней и сеток из связанной архитектурной модели, на основе которых будут проектироваться несущие конструкции.
- Архитектор формирует связь модели несущих конструкций с архитектурным проектом для отслеживания уровней и сеток.
- Если один участник проектной группы (архитектор или инженер-строитель) в какой-либо момент перемещает или изменяет уровень или сетку, другой участник получает уведомление об этом изменении.
- Инженер-механик создает пустой проект систем ОВК и использует инструмент "Копирование/Мониторинг" для копирования уровней из связанной архитектурной модели, на основе которых будут проектироваться механические конструкции.
- Если архитектор в какой-либо момент перемещает или изменяет уровень, инженер-механик получает уведомление об этом изменении.

Инструмент "Копирование/Мониторинг" используется для отслеживания изменений в элементах следующих типов: уровни, сетки, колонны (не наклонные), стены, перекрытия, проемы, приборы MEP. Можно задать, следует ли отслеживать при мониторинге стен проемы, в том числе дверные и оконные проемы, а при мониторинге перекрытий – вставленные объекты и проемы в перекрытиях, такие как шахты.

Инструмент "Копирование/Мониторинг" не предназначен для работы с наклонными колоннами, контекстными элементами, вариантами конструкций, с поэтапным распределением в проекте. Если требуется обеспечить представление контекстных элементов из связанной модели, необходимо выполнить копирование в одном проекте и вставку в другом проекте (см. раздел Копирование элементов из связанной модели).

При использовании инструмента "Копирование/Мониторинг" для копирования элемента из связанной модели в текущий проект значению свойства "Стадия" для текущего вида присваивается свойство "Стадия возведения" для копируемого элемента. Он не наследует стадию, назначенную исходному элементу в связанной модели. Для свойства "Стадия сноса" устанавливается значение "Нет".

При совместной работе инженеров-механиков и архитекторов над проектом во многих случаях архитектор сначала создает модель здания, указывая требуемое местоположение приборов. Затем инженеры-механики добавляют в проект дополнительные элементы – соединители, трубы, кабели и т. п. Для получения точной информации об архитектурной модели и ее текущих обновлениях инженер-механик может связать архитектурную модель с проектом, и с помощью инструмента "Копирование/Мониторинг" скопировать приборы в проект MEP. Когда архитектор добавляет, удаляет или изменяет приборы, инженер-механик получает уведомление об изменениях из Revit MEP. После этого он может соответствующим образом обновить проект MEP.

## 2.2. Термин «компонент»

Компонент представляет элемент, цифровой аналог физического строительного элемента, который используется при построении цифровой информационной модели объекта. В разных программных платформах технологии информационного моделирования компоненты называются по-разному. В ArchiCAD BIM элементы среды проектирования разделяются на: системные элементы (алгоритм и принципы работы которых изначально «вшит» в объектный код самой программы, например, стены, перекрытия, колонны, балки и т. д), функционал которых может расширяться за счет вложенных создаваемых самим пользователем дополнительных 3 см. п. 3.1.15 СП 331.1325800.2017 4 см. п. 3.5 СП 328.1325800.2017 8 частей (например, профилей) и дополнительных создаваемых свойств и классификаторов; библиотечные элементы, которые в свою очередь разделяются на: - системные (окна, двери, люки и т.д.). - пользовательские (которые создает сам пользователь, например, окна сложной формы) или те, которые может вставить внутрь существующих системных библиотечных элементов (например, ручка двери, полотна и т.д). Библиотечные элементы ArchiCAD создаются непосредственно в среде программы путем объемно-пространственного моделирования и присвоения любых свойств, либо с

использованием программного языка GDL (Geometric Description Language) на основе системных подтипов, определяющих их поведение. Библиотечные элементы в ARCHICAD подгружаются внутрь рабочего файла и могут храниться:

- во вложенной библиотеке (т.е. внутри самого файла проекта);
- в библиотеке, подгружаемой из указанной папки на диске;
- в библиотеке BIMcloud, которая загружается с сервера.

Также в проекте могут появляться «специальные компоненты», которые представляют составные части библиотечных элементов. Такими, например, являются ручки дверей. Менеджер Библиотек Библиотеки Проекта MEP Library. В Renga все компоненты называются объектами, и их внешний вид, параметры и свойства определяются стилями. При этом стили объектов, созданных с помощью инструментов Renga (системные объекты), задаются, например, Стилями балки, Стилями колонны, Материалами стены и т.д., в то время как внешний вид, параметры и свойства импортированных объектов можно задать с помощью Стилей элемента. В Revit компоненты называются семействами, которые создаются в редакторе семейств Revit визуальным путем. Все компоненты Revit разделяются на: - загружаемые - компоненты, которые хранятся во внешних файлах и при необходимости загружаются в цифровую информационную модель объекта строительства; такие компоненты создаются в специальном окружении Revit - редакторе семейств; создание компонентов - графическое; - системные - создаются специализированными инструментами и хранятся в самой цифровой информационной модели; такими компонентами являются стены, перекрытия, потолки, лестницы, крыши, ограждения; - контекстные - компоненты, которые создаются внутри цифровой информационной модели инструментами редактора семейств. В проекте все используемые компоненты становятся его составной частью. В Tekla Structures основным элементом цифровой информационной модели является объект. Для компонентов в Tekla Structures используются два понятия - объект (item) и деталь (detail). Под объектом подразумевается часть строительной конструкции, имеющая трехмерную форму, которая создается или во внешнем программном обеспечении моделирования, или непосредственно в Tekla Structures. Балки и колонны в Tekla Structures являются деталями. Основное различие между объектом и деталью в том, что деталь можно произвести. Объектом могут являться вспомогательные линии построения, вырезы, нагрузки и т.д.

### **2.3. Термины «параметры компонента», «атрибуты компонента», «графические свойства компонента»**

Для практического применения положений СП 328.1325800.2017 особое значение имеет правильное понимание терминов «свойство», «атри-

бут» и «параметр». Все элементы объекта строительства обладают определенными свойствами. В контексте элементов цифровых информационных моделей - компонентов - все свойства физически существующих элементов разделены на: - параметры компонента - свойства, определяющие и контролирующие вид и форму компонента, такие как ширина, высота, толщина, длина; названия параметров могут быть разные и зависят от используемой BIM-платформы; - атрибуты компонента - существенные свойства компонента, необходимые для определения его геометрии или характеристик и имеющие имя и значение, например, комментарий, обозначение, наименование и т. п.; у атрибутов также могут быть разные названия, в зависимости от используемой BIM-платформы; 5 см. п. 3.1 СП 328.1325800.2017 6 см. п. 3.3 СП 328.1325800.2017 11 - графические свойства компонента - представляют свойства отображения компонентов, как в трехмерном пространстве (например, тип, цвет линий и штриховок), так и в плоскости, на планах, разрезах, фасадах, где, кроме уже упомянутых, могут присутствовать условные графические обозначения (УГО). Особое значение УГО имеют для инженерных компонентов. Графическими свойствами, в зависимости от используемого программного обеспечения, можно управлять, задавая их значения непосредственно компонентам, либо задавая значения слоям, в которых располагаются компоненты. Для визуализации элементов модели значение имеет графическая составляющая материала - текстура.

#### **2.4. Термин «сборка»**

Сборка, будучи именованным набором произвольного числа компонентов, может содержать как атрибуты своих составляющих, так и свои собственные. 7 см. п. 3.8 и А.1, СП 328.1325800.2017 12 Применительно к рассматриваемым программным платформам технологии информационного моделирования необходимо отметить следующее: - ArchiCAD: элементы модели можно группировать, но группе нельзя задать имя. - Renga: сборки создаются из других объектов Renga и могут иметь собственные свойства. - Revit: понятие «сборка» в Revit может относиться, как к именованным наборам компонентов, созданным инструментом «Создать сборку», так и к наборам, созданным инструментом «Создать группу». И «сборки», и «группы» в Revit могут иметь собственные пользовательские атрибуты. - Tekla Structures: сборки представляют изделия, состоящие из деталей и компонентов.

#### **2.5. Состав цифровой информационной модели**

Цифровая информационная модель состоит из элементов, которые, в зависимости от программной платформы технологии информационного моделирования, организованы определенным способом.

Классификация представляет самый верхний уровень организации информации; например, балки, стены, колонны, окна, двери являются классификацией библиотечных элементов Библиотечный элемент Экземпляр конкретной классификации Renga, Renga Software Тип объекта Классификатор объектов по типу (стена, колонна, балка, 13 крыша и т.д.) Стиль Конфигурация, содержащая набор данных объектных или атрибутивных. При этом объектные данные позволяют управлять той или иной составляющей объекта Экземпляр Тип объекта с примененным стилем и назначенными параметрами и свойствами Revit, Autodesk Категория Классификатор информации в модели, самый верхний уровень организации информации; пример категорий: окна, двери, воздухопроводы, механическое оборудование, несущий каркас, перекрытия, крыши, мебель и т. п. Семейство Группа схожих элементов, которая характеризуется общим набором свойств и связанных с ними графических представлений; именно семейства являются компонентами BIM Типоразмер (Тип) Элементы семейств, отличающиеся между собой значением свойств, т. е. параметров/атрибутов; в одном семействе нет ограничения по количеству типоразмеров; например, типами одного семейства будут двухстворчатые окна, размерами 1400x 1400 мм и 900x 1400 мм. типоразмер НЕ является элементом модели Экземпляр Размещенное в модели семейство определенного типоразмера является экземпляром; каждый элемент цифровой информационной модели является экземпляром определенного типоразмера, определенного семейства, определенной категории Tekla Structures, Trimble Категория Классификатор информации в модели, самый верхний уровень организации информации; примером категорий могут быть колонны, балки, пластина, перекрытие, фундамент Объект Объект представляет экземпляр конкретной категории, вставленный в модель; объекты имеют свойства, изменение которых приводит к изменению конкретных, выбранных экземпляров Компонент Сложный элемент модели, состоящий из одного или 14 нескольких объектов; пример компонента: узел металлических конструкций; изменение свойств компонента приводит к изменению всех копий этого компонента в модели Деталь Объект, который можно произвести, физический предмет, является деталью; а, например, координационная ось является объектом, но она не деталь, т. к. не является физическим объектом

## 2.6. Разделение компонентов

По типам компоненты разделены на:

- точечные,
- линейные,
- площадные.

Точечные компоненты имеют определенную, заранее заданную форму. В цифровую информационную модель они вставляются с привязкой к базовой точке, т. н. точке вставки. Точечные компоненты могут быть при-

вязаны к другим элементам модели, которые в таких случаях служат основой размещения компонента (например, окна размещаются по основе - стене). Также точечные компоненты могут вставляться в модель без привязки к другим элементам, свободно в пространстве (например, оборудование). 8 см. СП 328.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила описания компонентов информационной модели», п. 4.2 15

Линейные и площадные компоненты как правило состоят из слоев, у которых одним из свойств обычно является материал, из которого слой сформирован. Такими компонентами являются перекрытия, стены, крыши, потолки.

По привязке к производителю компоненты делятся на:

- обобщенные,
- продукт.

Обобщенные компоненты не привязаны к конкретному производителю и используются в случаях, когда окончательно решение еще не принято, либо производителя нельзя указать. Основные параметры и атрибуты таких компонентов могут иметь приблизительные значения.

Компоненты типа «продукт» привязаны к конкретному производителю, и основные параметры и атрибуты должны иметь точные значения.

По уровню параметризации компоненты делятся на:

- параметрические;
- непараметрические.

Параметрическим компонентам можно менять размеры и внешний вид, не входя в процедуру редактирования самого компонента. Как правило, значения параметров и атрибутов компонентам задаются в части интерфейса программы, содержащей их свойства.

В отличие от параметрических, для изменения непараметрических компонентов их необходимо редактировать в той среде, в которой они созданы.

Процесс редактирования компонента зависит от используемой программной платформы технологии информационного моделирования.

[вернуться к оглавлению](#)



### ТЕМА 3 ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ BIM

В англоязычной литературе под понятие «Большая BIM» подводится «вся информация о проекте в пределах своих границ собственности от центра земли и бесконечно до неба с самого начала строительства и использования до его окончательного вывода из эксплуатации и ликвидации». Под «маленькой bim» понимается программное обеспечение, используемое для создания «Большой BIM».

Чтобы быть действительно жизнеспособным, программное обеспечение BIM должно содержать модуль для моделирования, способный быстро и легко создавать 3D-модель.

Revit на этапе проектирования – это способность проектировщика понять отношения между зданием и его системами практически мгновенно. Согласно определению фирмы Autodesk, «(BIM) относится к созданию и использованию скоординированной пространственно, согласованной, вычислимой информации о проекте здания – информации, используемой для принятия проектных решений, производства высококачественных строительных документов, прогнозирования производительности, оценки стоимости и планирования строительства, и, в конечном счете, для управления и эксплуатации объекта».

**Параметрическое моделирование.** Инструменты параметрического моделирования используют параметры (числа или характеристики) для определения поведения графического объекта и определения отношений между компонентами модели. Например, «диаметр этого отверстия составляет один метр» или «центр этого отверстия находится посередине между этими краями». Это означает, что критерии проекта или его цели могут быть определены во время процесса моделирования. Редактирование модели становится намного проще и сохраняет первоначальный дизайн.

Параметрическое моделирование зданий – одна из основных концепций BIM, поскольку BIM – это подход к строительному дизайну, который характеризуется созданием и использованием скоординированной, внутренне согласованной, вычислимой информации о проекте здания.

Надежная информация о здании является важной, а в наших условиях – главной особенностью BIM и процессов цифрового проектирования на его основе. Решения BIM, которые используют проектировщики, обеспечивают сбор более скоординированной, надежной, качественной и внутренне согласованной информации, чем та, которая предоставляется программным обеспечением САПР, используемым для целей BIM. Концепция единой модели. В этой концепции все инженеры вносят свою часть модели в создание «виртуального» целого. Например, инженер-строитель создает такую структуру, как стальной каркас, и интегрируется в модель, создаваемую архитектором. У некоторых подрядчиков есть проблема с концепцией одной модели: они предпочитают создавать модель, специально адаптированную к их собственным специфическим потребностям. В Revit MEP

можно проектировать инженерные системы здания на основе BIM-моделирования. Все данные по моделям динамически связаны друг с другом, что позволяет согласованно вносить исправления, исключать коллизии, и повышает точность.

Технология параметрического управления изменениями, используемая в Autodesk Revit MEP, обеспечивает актуальность документации на протяжении всего жизненного цикла здания. Дополнительные программы Имея обширную информацию об объектах информационной модели здания, можно решать большое количество дополнительных аналитических задач. Некоторые из них присутствуют непосредственно в среде BIM, другие представлены в виде отдельных программ.

Green Building Studio ® представляет собой веб-сервис, который помогает в энергетическом анализе зданий на этапах проектирования, а также в выборе энергоэффективных зеленых строительных изделий и материалов. Ниже приведены некоторые из конкретных услуг, представляемых моделью BIM Green Building Studio V3.0

- Carbon Neutral Building Check – автоматически оценивает выполнимость требований по выбросам парниковых газов.

- U.S. EPA ENERGY STAR Score – вычисляет рейтинг каждого здания в США по стандарту EPA ENERGY STAR.

- Water Use Analysis – оценивает потребности в воде, экономию, связанную с мерами эффективности, потенциалом сбора осадков и кредитами LEED для здания.

- Day Lighting with Energy Savings – автоматически определяет коэффициент LEED Glaze m для каждой комнаты с экономией энергии управления освещением.

- Natural Ventilation Potential – автоматически определяет, хорошо ли подходят место и тепловые нагрузки здания для естественного вентилирования здания.

- Local Weather Data – предоставляет доступ к местам погодных условий числом более чем 60000, что гарантирует использование проектной группой локальных метеорологических данных, полученных на расстоянии не более 14 км от здания.

- Corporate Accounts – обеспечивает общее управление пользователями строительных проектов, шаблонов зданий и обзор анализов выбросов CO<sub>2</sub>, потребления энергии и воды.

Solibri Model Checker®. Эту программу сравнивают с проверкой орфографии для виртуальных моделей. Программа анализирует модели зданий с точки зрения обеспечения целостности, качества и физической безопасности, проверяет наличие потенциальных недостатков и недостатков в проекте, выделяет конфликтующие компоненты, и определяет, соответствует ли модель строительным нормам и собственным нормативам организации.

Autodesk Navisworks – программа для всесторонней проверки архитектурно-строительных проектов. В ней осуществляется проверка моделей и данных, поступающих от всех участников процесса проектирования. Инструменты интеграции, расчетов и обмена данными помогают наладить координацию между различными разделами проекта, разрешать возникающие противоречия и планировать реализацию проекта еще до начала строительных работ.

Общие требования к информационным моделям на стадиях жизненного цикла по нормативам РФ Моделирование выполняется в СИ. Информационные модели должны иметь согласованные системы координат. Объемные элементы моделируют в масштабе 1:1.

Элементы цифровой информационной модели объекта строительства (ЦИМ) – строительные конструкции и инженерные системы разрабатываются с помощью программного обеспечения, имеющего соответствующие инструменты моделирования, например, колонн, ограждающих конструкций, перекрытий, трубопроводов, воздуховодов, шнуров.

ЦИМ в большинстве случаев приходится делить на части, для чего изначально необходимо учесть назначение объекта, его особенности и структуру технической документации на данной стадии ЖЦ. Например, при проектировании и возведении торгового центра может быть удобна структура цифровой модели с разделением по этажам и отметкам, жилого дома – по секциям. На стадии же эксплуатации для торгового центра может оказаться лучше разбивка по функциональным зонам, а жилого дома – также по секциям. При разделении ЦИМ каждый элемент должен быть классифицирован и однозначно идентифицирован. Элементы ЦИМ должны содержать необходимый набор атрибутов и их значений. Значения атрибутов должны совпадать с их представлением в документации. Габаритные размеры элементов ЦИМ должны соответствовать фактическим. Элементы оборудования инженерных систем должны содержать фиксированные точки подключения к инженерным сетям. Внутренние инженерные системы обозначают разными цветами в зависимости от их функционального назначения

Внешние инженерные сети и системы объекта строительства моделируют вместе с инженерной цифровой моделью местности (ИЦММ) до точек подключения согласно техническим условиям на них. Внешние инженерные сети и системы, не относящиеся к объекту, отображают в ИЦММ условными знаками в соответствии с их функциональным назначением. Требования к программному обеспечению Основная задача, которую должны решать применяемые для информационного моделирования программные продукты – формирование и/или использование ЦИМ на различных стадиях жизненного цикла. Также они должны поддерживать экспорт и импорт в открытом формате IFC версии 2x3 и выше (Industry Foundation Classes, отраслевые базовые классы – формат и схема данных с

открытой спецификацией) для обеспечения обмена данными между участниками процессов создания и/или использования ЦИМ. Формат IFC представляет собой международный стандарт обмена данными в информационном моделировании в области гражданского строительства и эксплуатации зданий и сооружений. Уровни проработки элементов модели для различных стадий жизненного цикла В BIM предусмотрено 5 базовых уровней проработки (LOD, Level of Development) элементов ЦИМ: LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400, LOD 500. Уровни соответствуют степени разработки элемента на разных стадиях ЖЦ объекта строительства, низший – в концепте, высший – при эксплуатации законченного строительством объекта. При этом в целом ЦИМ на какой-либо стадии ЖЦ может содержать элементы с различными уровнями проработки. Уровнем проработки элементов модели задается объем геометрических, пространственных, количественных, а также любых атрибутивных данных, необходимых для применения информационного моделирования на конкретном этапе ЖЦ объекта. В каждом последующем уровне проработки элемента уточняются и дополняются определения всех предыдущих уровней. На разных уровнях проработки каждый элемент ЦИМ характеризуется своими определенными уровнями проработки геометрических данных, графического отображения и атрибутивных данных. Уровень проработки геометрических данных характеризует полноту описания геометрических параметров элемента ЦИМ (его формы, пространственного расположения, длины, ширины или диаметра, высоты, толщины, площади или/и площади сечения, объема, уровня, уклона и др.). В графическом отображении основные сведения об образе элемента модели представляются в графическом формате – это его форма, внешний вид, цвет и пр. Уровень проработки атрибутивных данных включает описание атрибутов элемента ЦИМ – маркировку, код по классификатору организации, материалы, массу, технические и технологические параметры, производителя, наименования по каталогу, артикула по каталогу и др.

[вернуться к оглавлению](#)

## **ТЕМА 4 СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ И ВЕНТИЛЯЦИИ В УМНЫХ ДОМАХ**

Основная идея «умного дома» заключается в максимальном использовании возможностей автоматизированного управления энергозатратами на его функционирование. В смысле сокращения затрат эта идея близка к концепции «зеленого» здания или «зеленого» строительства зданий как среды обитания человека, отвечающих требованиям комфортности, энергоэффективности, экологичности и защиты окружающей среды в соответствии с принципами устойчивого развития. «Зеленые» системы рейтинговой оценки зданий учитывают комфортность среды проживания, степень сокращения потребления традиционных и использования нетрадиционных, возобновляемых и вторичных энергетических ресурсов, экономию материальных ресурсов и снижение вредного воздействия на окружающую среду в процессе строительства и эксплуатации здания и придомовой территории, при адекватной экономической рентабельности архитектурных, конструктивных и инженерных решений.

Из существующих стандартов «зеленого» строительства наиболее распространены:

- LEED – руководство по энергетическому и экологическому проектированию (США);
- BREEAM – метод экологической экспертизы (Великобритания);
- DGNB – сертификат устойчивого строительства (Германия).

### **4.1. Рейтинговая система оценки «Зеленое строительство»**

В России к настоящему времени разработана рейтинговая система оценки «СТО НОСТРОЙ 2.35.4–2011 “Зеленое строительство”». Здания жилые и общественные. Рейтинговая система оценки устойчивости среды обитания». Согласно данному стандарту устойчивость среды обитания оценивается совокупностью десяти базовых категорий, каждая из которых представлена группой определяющих ее критериев, включая архитектуру, комфорт и качество внешней среды, комфорт и экологию внутренней среды, энергосбережение и энергоэффективность. В совокупности для проведения оценки выделено 46 критериев. Инженерных систем непосредственно касаются категории «Комфорт и экология внутренней среды», «Энергосбережение и энергоэффективность», «Применение альтернативной и возобновляемой энергии».

Стандарт выстроен так, что использование оптимального автоматического управления и контроля параметров приводит к максимальной оценке критерия. Так, например, по п. 19 категории «Комфорт и экология внутренней среды» предполагается назначение от 10 до 20 баллов за мероприятия оптимизации параметров микроклимата по температуре, влажности, воздухообмену; причем максимальный балл предусмотрен при возможно-

сти индивидуального или автоматического регулирования, а минимальный назначается при отсутствии такой возможности.

Аналогично по п. 23 «Контроль и управление системами инженерного обеспечения здания» (1–15 баллов) при наличии централизованной системы управления зданием (BMS) с возможностью индивидуального (зонального) регулирования назначается 15 баллов, а при наличии локальных систем автоматизации систем инженерного обеспечения – 5 баллов.

По критериям категории «Энергосбережение и энергоэффективность» баллы рейтинговой оценки назначаются за снижение потребления тепловой (от 5 до 25 баллов) и электрической энергии (от 3 до 55 баллов). При этом по электроэнергии баллы назначаются отдельно за снижение потребления инженерными системами, освещением и системами кондиционирования. Отдельным пунктом оцениваются мероприятия по снижению потребления первичной энергии, т.е. энергии, заключенной в топливно-энергетических ресурсах.

Таким образом, использование технологий «умный дом» вместе с «зеленым» строительством в применении к системам обеспечения и управления микроклиматом здания заключается в увеличении эффективности их работы, с точки зрения снижения энерго- и ресурсопотребления и вредных для природы выбросов без снижения комфортности проживания его обитателей.

## **4.2. Способы увеличения эффективности работы систем.**

### **Снижение нагрузок на отопление и охлаждение**

Важным шагом для максимизации эффективности ОВК в здании является снижение нагрузки на отопление и охлаждение.

Самым простым способом снижения тепловыделений (и соответственно нагрузок систем охлаждения) является установка более эффективного освещения и электроники. Лампа накаливания создает большое количество тепла. Современное энергосберегающее флуоресцентное и светодиодное освещение обеспечивает такое же качество света при меньшей теплоотдаче.

Компьютеры, серверы, другая бытовая и промышленная электроаппаратура также создают значительные тепловыделения и часто могут быть заменены более энергоэффективным оборудованием.

Темные цвета снаружи здания увеличивают поглощение солнечного тепла, увеличивая нагрузку на системы ОВК.

Уменьшение нагрузки на охлаждение и отопление может быть достигнуто путем установки лучшей теплоизоляции и более эффективных оконных конструкций и узлов их примыкания к ограждающим конструкциям, исключения ненормированной инфильтрации и эксфильтрации.

Помещения в здании часто нуждаются в охлаждении не только летом, но и в переходные периоды года, когда температура и влажность наружного воздуха достаточно низки, чтобы обеспечить охлаждение без использования холодильного оборудования («естественное охлаждение» или «фрикулинг»).

Аналогично, отопление в эти периоды может зачастую обеспечиваться использованием рекуперации вытяжного воздуха.

### **4.3. Точное определение типоразмеров оборудования**

Чрезвычайно важно точное определение типоразмеров оборудования и размеров трубопроводов и воздухопроводов систем ОВК.

Они рассчитываются по требованиям нормативов практически на максимальные для данного климатического района нагрузки по нагреву и охлаждению, и, кроме того, проектировщик закладывает некоторый запас мощности по заданию заказчика или по собственному усмотрению. Поэтому элементы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха часто имеют гораздо большие типоразмеры, чем это реально необходимо.

При использовании неавтоматизированного или плохо автоматизированного оборудования это приводит к чрезмерному расходованию энергии и дискомфорту вследствие перегрева или переохлаждения помещений.

Если же типоразмеры оборудования уменьшить произвольно, то могут возникнуть затруднения с обеспечением нормативных условий в помещении. Уменьшение размеров трубопроводов и воздухопроводов систем ОВК, приводя к снижению инвестиций вследствие экономии материальных ресурсов при строительстве, увеличивает энергозатраты на стадии эксплуатации и технического обслуживания за счет увеличенного сопротивления перемещению рабочей среды, а также к снижению комфорта из-за повышенного шума таких систем.

В современных программных комплексах BIM обычно закладываются методики расчетов по оптимальным значениям удельных потерь давления или скоростей движения воды или воздуха. Здесь также нужно отметить, что для повышения энергоэффективности работы система должна рассматриваться в целом, а не как совокупность отдельных деталей или компонентов. Например, в системе кондиционирования «чиллер-фэнкойл» чиллер является основным компонентом и основным потребителем энергии. Однако простой выбор высокопроизводительного чиллера еще не гарантирует высокую производительность системы в целом. Такое вспомогательное оборудование, как вентиляторы, фэнкойлы, воздухораспределители, также оказывает существенное влияние на общую эффективность. Неэффективное вспомогательное оборудование вдобавок к плохо спроектированной и установленной системе может свести на нет ее общую эффективность. Например, при размещении вентиляторов, воздухозаборных и

выхлопных устройств должны быть исключены ограничения потоку воздуха. Наружные блоки кондиционеров должны располагаться достаточно далеко друг от друга, чтобы предотвратить рециркуляцию тепла, но максимально близко к внутренним блокам.

#### **4.4. Последовательность работы систем ОВК**

Системы ОВК работают по заранее определенной последовательности операций. Последовательность работы имеет решающее значение для эффективности систем ОВК, так как по последовательности операций будет определяться взаимодействие системных компонентов.

Например, система ОВК обычно срабатывает, когда термостат определяет, что температура воздуха в помещении отличается от заданной температуры термостата. Когда это происходит, контакты в термостате замыкаются, и управляющее напряжение подается на клеммы платы управления, что приводит к запуску вентилятора. Затем плата управления подает управляющее напряжение на конденсатор, заставляя реле замкнуть контакты. Тогда на компрессор подается питание, и он повышает давление газообразного хладагента в системе, необходимое для прохождения последнего через теплообменник конденсатора. В конденсаторе хладагент охлаждается и конденсируется в жидкость, и затем закачивается в испаритель через регулирующее поток дросселирующее устройство, что приводит к снижению давления хладагента. Циркуляция воздуха в теплообменнике испарителя обеспечивается вентилятором. Теплота, передаваемая от воздуха к хладагенту, нагревает его до температуры выше точки кипения. Вновь перешедший в газообразное состояние хладагент снова попадает в конденсатор. Процесс будет повторяться до тех пор, пока температура не установится на требуемом уровне. После этого контакты будут разомкнуты через термостат, и управляющее напряжение, подаваемое в печь или кондиционер, отключится.

#### **4.5. Эксплуатация**

Размещение определенных компонентов также влияет на частоту обслуживания системы. Без обслуживания систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха невозможно поддерживать их эффективность и производительность, а для его проведения требуется достаточное пространство.

Переполненное оборудованием техническое пространство затрудняет работу персонала, и вероятность того, что обслуживание будет регулярным, уменьшается. Для операций замены фильтров, и менее частых, но также достаточно регулярных замен ремней, валов, подшипников и катушек, компрессоров, вентиляторов, регулярность осмотров и технического



обслуживания имеют значение, если поставлена задача обеспечить максимум эффективности жизненного цикла системы.

#### **4.6. Вытесняющая вентиляция**

Концепция «вытесняющая вентиляция» может значительно повысить эффективность систем ОВК и проветривания помещения. Традиционная вентиляция (смешивающего типа) создает постоянную смесь воздуха среднего качества, перемешивая турбулентный поток свежего воздуха с отработанным воздухом, который наполнен вредными выделениями от различных источников – людей, оборудования, отделочных и строительных материалов.

В вытесняющей вентиляции медленно движущийся поток свежего воздуха подается непосредственно в рабочую зону так, чтобы вытеснить отработанный воздух под потолок, а затем удалить его из помещения через вытяжные решетки.

Это создает два качественных уровня воздуха в комнате: свежий прохладный воздух в нижней (рабочей) части и отработанный теплый воздух в верхней части. При этом возникает естественная конвекция: холодный воздух, охлаждая людей и отбирая тепло от оборудования, поднимается по мере того, как сам нагревается.

Вытесняющая вентиляция существенно повышает комфорт в рабочей зоне, однако ее преимущества на стадиях ЖЦ обоснования инвестиций, проектирования и монтажа весьма спорны, поскольку для подачи воздуха с низкими скоростями и небольшой рабочей разностью температур необходимо сооружать достаточно громоздкие вентиляционные системы. С другой стороны, такие системы эффективны на эксплуатационной стадии ЖЦ, поскольку могут наиболее быстро и гибко реагировать на изменение окружающих параметров. К примеру, при покидании человеком рабочей зоны такая система может резко снижать количество подаваемого в зону дыхания свежего воздуха, что значительно сократит энергопотребление.

#### **4.7. Управление ОВК**

Системы ОВК должны контролировать переменные параметры системы и ее компонентов. Это давление и расход жидкости и газа, температура и влажность воздуха, а также скорость и состояние включения/ выключения механического оборудования.

Ряд инструментов и терминальных устройств, доступных на полевом уровне (нижнем уровне, field level), используются для сбора данных и управления в системе.

Системные контроллеры используют входные данные и данные от сенсорных устройств для принятия решений о системе, а затем управляют исполнительными устройствами на основе входной информации.

Датчики и передатчики включают в себя термостаты, передатчики дифференциального давления жидкости для насосов и чиллеров, датчики дифференциального давления для жидкостей и потока воздуха, датчики статического давления, датчики давления воздуха и датчики влажности.

Примером исполнительного механизма или оператора является привод, который установлен на валу заслонки и запускает начало ее работы. Операция может быть начата температурным датчиком, который при обнаружении отклонения температуры от заданного значения сигнализирует об этом контроллеру, после чего контроллер посылает сигнал исполнительному механизму на включение двигателя, который открывает или закрывает заслонку. Эти устройства могут взаимодействовать друг с другом или с контроллером аналоговыми или цифровыми сигналами.

Аналоговые входные сигналы на контроллер могут представлять собой непрерывно изменяющийся сигнал от внешнего устройства или датчика, такого как датчик температуры. Цифровые входные сигналы контроллера – это просто сигналы с двумя возможными состояниями (включен/выключен), поступающие от внешних устройств или датчиков, таких как выключатель. Аналоговые выходные сигналы контроллера являются пропорциональными переменными сигналами, посылаемыми контроллером для настройки исполнительного механизма или внешнего устройства управления, такого как привод клапана. Цифровой выход от контроллера представляет собой двухпозиционный сигнал от контроллера к приводу, например, выключатель пуска-останова реле вентилятора.

Большинство полевых устройств и оборудования для систем автоматизации зданий взаимодействуют на низких скоростях сети, обычно менее 1 Мбит/с. Сеть связи для системы автоматизации зданий обычно находится в физической топологии «звезда» или «шина» от контроллера. Старые системы управления системой отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха обеспечивались электрическим или пневматическим оборудованием. Однако прямое цифровое управление (DDC – direct digital control) обычно используется в более сложных системах ОВК. DDC позволяет системному контроллеру вычислить последовательность операций на основе цифрового входа от системных датчиков. Являясь цифровыми средствами управления, DDC способны производить аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразования. В отличие от электрического или пневматического управления, DDC может быть запрограммировано для любой последовательности операций. Контроллеры могут называться по-разному: ведущий, ведомый, терминал, этаж и другие.

Архитектура сетевой системы ОВК обычно состоит из следующих сетевых уровней:

- Уровень управления
- Контроллеры уровня системы или уровня здания
- Контроллеры нижнего (полевого) уровня

### **4.7.1. Уровень управления**

Высшим уровнем системы управления ОВК является уровень управления, состоящий из персональных компьютеров, подключенных через сеть Ethernet. Эти рабочие станции оператора могут взаимодействовать, опрашивать и контролировать любые контроллеры и устройства в сети. Уровень управления обеспечивает множество функций:

- администрирование и управление системой ОВК;
- программирование для системы и других контроллеров, включая последовательность работы;
- отображение системной информации;
- системные отчеты;
- системное планирование;
- архивирование и анализ собранных данных;
- резервное копирование баз данных контроллера;
- отчеты и анализ аварийных сигналов;
- анализ тенденций.

Система ОВК обычно управляется рабочей станцией сервера и ПК оператора, с использованием стандартных операционных систем, специальных программных приложений ОВК, графического интерфейса и доступа в Интернет. Система управления ОВК может быть сопряжена или интегрирована с системой пожарной сигнализации, видеонаблюдения, контроля доступа и управления освещением. Система ОВК также является важной частью системы управления оборудованием и обслуживанием, в первую очередь, для отслеживания параметров климата и управления ими, и для оптимизации использования энергии.

### **4.7.2. Контроллеры системного уровня или уровня здания**

Контроллеры системного уровня или уровня здания подключены к уровню управления. В системном окружении, например, университетского городка, контроллеры уровня здания могут подключаться через сеть кампуса к уровню управления системой управления ОВК. Эти контроллеры могут напрямую управлять оборудованием ОВК (как правило, вентиляционными установками) или косвенно через сетевые контроллеры нижнего уровня.

Контроллеры уровня системы обрабатывают операции всех контроллеров на нижнем полевого уровне, собирают и поддерживают данные, и могут работать как автономные блоки, если связь потеряна на уровне управления.

Системные контроллеры имеют одноранговую связь с другими контроллерами.

### **4.7.3. Контроллеры полевого уровня**

Контроллеры полевого уровня обслуживают этажи здания, а также конкретные области, приложения и устройства. Они ограничены как по функциональности, так и по возможностям подключения. В эту группу входят контроллеры DDC, механические контроллеры и контроллеры приложений. Контроллеры DDC могут поддерживать несколько приложений, определенные сети устройств или конкретный компонент оборудования, например, блок кондиционирования воздуха. Контроллер DDC обычно имеет встроенную память, операционную систему и базу данных. Как DDC, так и механические контроллеры выполняют управление с помощью алгоритмов управления.

Например, контроллер может измерять температуру или влажность в определенной части здания, и на основе измерения напрямую производить охлаждение, нагрев, увлажнение или осушение в этой части здания. Некоторые виды механического оборудования, например, устройства для обработки воздуха, чиллеры и др., могут оснащаться контроллерами полевого уровня и соответствующими приводами в составе оборудования. Системные контроллеры позволяют полевым контроллерам взаимодействовать с другими полевыми контроллерами или группой полевых контроллеров, а также иметь доступ к базам данных и программам.

Контроллеры DDC могут также использовать удаленные контроллеры специального назначения (ASC – application-specific controllers) для таких устройств, как регулируемые воздухораспределители (VAV [Variable air volume]-terminals).

Системы управления ОВКВ развиваются для использования интеллектуальной инфраструктуры здания. Это относится к уровню управления системой ОВК и расширяется или спускается до сетевой иерархии на системном и полевом уровне. Принятие ATSI/TIA/EIA-862 адресноструктурированной инфраструктуры для систем автоматизации зданий позволяет использовать стандартную неэкранированную витую пару медных кабелей и волоконно-оптические кабели, которые будут использоваться во всей системе управления HVAC. Хотя протокол IP-сети может использоваться на уровне управления, протоколы BACnet или LonTalk, вероятно, будут использоваться на других уровнях.

Сетевой протокол BACnet (Building Automation and Control network) применяется в системах автоматизации зданий и сетях управления, а протокол LonTalk компании Echelon Corporation оптимизирован под задачи мониторинга и управления для сетевых устройств, взаимодействующих через такие среды коммуникации, как витая пара, линии электропитания, оптоволокно, беспроводные радиочастотные среды. Вместе с тем LonTalk предоставляет маршрутизаторы для перехода от своего собственного протокола к IP, а данные BACnet переносятся на IP со стандартами типа BACnet / IP, что определяет доминирование IP-протокола.

#### 4.8. Примеры умных технологий в системах ОВК

Существующие смарт-технологии предлагают способы «повышения интеллекта» в системах ОВК путем их беспроводного присоединения (при помощи WiFi или Bluetooth) к другим устройствам. Например, установка «умного» воздухораспределителя для управления расходом подаваемого или удаляемого из помещения воздуха приведет к уменьшению нагрузок на охлаждение и отопление – такие решетки могут быть настроены на открытие/закрытие по расписанию в разных комнатах. Отопление/охлаждение только используемых в данный момент помещений может снизить потребление энергии до 30%. Кроме того, пользователь уже не оставит включенным термостат системы отопления или кондиционирования выходя из помещения. Выполнение этой задачи в автоматическом режиме также уменьшает время, затрачиваемое на это пользователем, и увеличивает его комфорт. Удобство использования – современные мобильные технологии позволяют управлять такими системами удаленно, например, включить дополнительный натоп помещений за несколько минут до прибытия в квартиру или перед отходом ко сну. Умные инженерные системы взаимодействуют не только с пользователем, но и с окружающей средой. Например, система может реагировать на изменение температуры наружного воздуха как по данным наружных датчиков, так и используя краткосрочные прогнозы погоды для превентивной реакции на климатические изменения. Кроме «умных» решеток, существенного увеличения эффективности систем ОВК можно достичь путем «увеличения интеллекта» таких больших потребителей энергии, как компрессоры, вентиляторы и насосы. В данном случае достаточно автоматизировать и сократить время работы этих устройств до минимально необходимого, чтобы существенно снизить энергопотребление всей системы. Сегодня на смену обычным термостатам приходят «умные», основные функции которых – управлять климатическим оборудованием в помещении. Они дополняются элементами искусственного интеллекта: имеют встроенное расписание привычек обитателя, которое можно корректировать, связь с погодными датчиками и оповещение через мобильную сеть, позволяющее более гибко реагировать на изменяющиеся внешние факторы (например, на погоду или изменение расписания пользователя). Имеющиеся в комплекте датчики движения позволяют реагировать и на незапланированное возвращение или уход человека из комнаты или квартиры.

[вернуться к оглавлению](#)

## II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

1. Общие требования к библиотечным компонентам
2. Рекомендации для разработки компонентов
3. Требования к уровню геометрической проработки библиотечных компонентов
4. Требования к графическому отображению библиотечных компонентов
5. Требования к уровню атрибутивной проработки библиотечных компонентов
6. Требования к значениям атрибутов библиотечных компонентов
7. Требования к материалам
  - 7.1. Составляющие материала
  - 7.2. Работа с материалами
  - 7.3. Описание материала
  - 7.4. Жизненный цикл материала
  - 7.5. Требования к текстуре материалов
8. Функциональные требования к библиотечным компонентам
9. Требования к форматам компонентов
  - 9.1. Требования к метаданным компонентов
  - 9.2. Онлайн библиотека компонентов BIMLIB
  - 9.3. Онлайн-библиотека компонентов BIMobject
  - 9.4. Онлайн библиотека компонентов NBS National BIM Library
  - 9.5. Онлайн библиотека компонентов BIMZIP

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

## 1. Общие требования к библиотечным компонентам

Компоненты разрабатываются с помощью программных платформ технологии информационного моделирования, позволяющими создавать информационно насыщенные цифровые аналоги реальных физических элементов зданий. Способ разработки компонентов зависит от используемой BIM-платформы. В ArchiCAD компоненты могут создаваться как графически, инструментами самого ArchiCAD, так и с использованием программного языка GDL, при этом библиотечный элемент будет генерироваться на основе заранее прописанных правил

В Renga разработка компонентов происходит в самом проекте с использованием соответствующих инструментов

В Revit разработка загружаемых компонентов выполняется в окружении редактора семейств (рисунок 10), который является тем же Revit, только со включенными инструментами для разработки компонентов.

## 2. Рекомендации для разработки компонентов

При разработке компонентов важно определять уровень проработки (LOD), который в первую очередь зависит от того, к какой категории относится компонент - обобщенный или продукт, а также от того, для решения какой задачи он создается. Например, если цифровая информационная модель нужна с целью разработки и сравнения вариантов архитектурно-градостроительных концепций, определения техникоэкономических показателей объемно-планировочных решений, то компоненты можно разрабатывать с уровнем проработки (LOD) 100, а если модель разрабатывается для формирования рабочей документации - LOD 300-400. Состав и число геометрических параметров, которыми управляется внешний вид компонента, зависит от его формы и методов его построения. При определении формы BIM-компонентов нужно избегать лишней детализации. При разработке компонентов рекомендуется не моделировать те части компонента, которых не будет видно в модели (замкнутые полости, резьба и проч.). Состав и число атрибутов зависит от ряда факторов, таких как: - потребности к информационному наполнению компонента от производителя; • производитель может потребовать внести в BIM-компонент информацию о названии производителя, ссылку на свой интернет-ресурс, • если речь идет об оборудовании, то может потребоваться включить в компонент ссылку на страницу его технических характеристик и т. п. - цели использования цифровой информационной модели если модель предполагается использовать для получения проектной документации, в состав которой входят спецификации и ведомости, некоторые атрибуты могут быть использованы именно для формирования необходимых спецификаций/ведомостей; • если цифровая информационная модель создается для использования в ходе

эксплуатации объекта, тогда обязательными будут атрибуты, связанные со сроком службы, датой установки, мощностью и т. п. Цели использования цифровой информационной модели влияют как на состав атрибутов компонента, так и на его геометрические параметры. Например, если информационная модель разрабатывается с целью выпуска чертежей и спецификаций на стадии Проект, то компоненты должны иметь точно определенные геометрические параметры, содержать УГО для оформления чертежей и включать в себя атрибуты, позволяющие создать спецификации и точно идентифицировать элемент (Марка, Обозначение, Наименование, Артикул, Завод-изготовитель, Масса и проч.). Если информационная модель разрабатывается с целью пространственной координации, то важны в первую очередь габаритные геометрические размеры компонентов модели, а атрибуты должны позволять точно классифицировать и группировать элементы для проверки на коллизии. Если информационная модель разрабатывается с целью подсчета работ и объемов и оценки сметной стоимости, то помимо геометрических параметров (длина, ширина, высота, площадь, объем и проч.) важно использовать атрибуты, позволяющие точно классифицировать компонент (материал компонента, дополнительные признаки для каждой категории объектов, например, для стен: использование в конструкции (внутренняя или наружная), армирование перегородок (присутствует или нет) и проч.).

### **3. Требования к уровню геометрической проработки библиотечных компонентов**

Уровень проработки (LOD) Уровень проработки элементов информационной модели (LOD, Level of Development) принято разделять на две независимые части: уровень проработки геометрии и уровень проработки информации. Уровни проработки геометрии и информации друг к другу строго не привязаны. На практике зачастую на начальных этапах проектирования необходимы большие объемы информации, при этом детальная проработка геометрии не требуется.

#### Требования к уровню геометрической проработки

На стадии концепции необходимо просто обозначить наличие колонны в конкретном месте модели (для формирования конструктивной схемы здания), при этом ни материал, ни даже профиль колонны значения не имеют, используется LOD 100. На стадии проектной документации для выполнения конструктивного расчета используется компонент с конкретным материалом и профилем (сталь, двутавр) - LOD 200, после расчета элемент должен быть заменен компонентом с точными геометрическими параметрами - LOD 300. На стадии рабочей документации к колонне добавляются узлы крепления, модель детализируется до состояния, достаточного для производства и монтажа изделия - LOD 400.



#### **4. Требования к графическому отображению библиотечных компонентов**

Графическое представление библиотечных компонентов можно разделить на две составляющие: - реальное трехмерное отображение элемента и производные от него проекции и сечения; необходимо для визуализации (отображения) информационной модели и формируется автоматически на основе геометрии объекта; условно-графическое отображение - схематическое обозначение дверей на плане, обозначение открывания окон, УГО для инженерных компонентов и проч.); необходимо для оформления чертежей в соответствии с действующими нормами на планах, фасадах, разрезах и схемах. В зависимости от платформы информационного моделирования, способы реализации данных настроек отличаются. Однако при разработке компонентов следует стремиться к реализации обеих составляющих графического представления

#### **5. Требования к уровню атрибутивной проработки библиотечных компонентов**

Уровень атрибутивной проработки Уровень атрибутивной проработки представляет минимальное количество атрибутивной информации в компоненте 12, который определяется исходя из: - целей и задач применения цифровых информационных моделей; - требования к уровню LODi; - требования к составу проектной документации. Так, например, если компонент необходимо учесть в спецификациях, то он должен содержать информацию, необходимую для его выделения и фильтрации в спецификации. Если компонент - окно, то для спецификации необходимо, чтобы компонент содержал информацию о габаритных размерах (ширине и высоте), идентификационную информацию (нормативный документ или изготовитель, наименование, марка, и т.д.), информацию о массе (при необходимости).

##### *Разделение атрибутов компонента*

Разделение атрибутов на обязательные и дополнительные необходимо рассматривать с точки зрения предполагаемого использования цифровой информационной модели. Так, например, если из модели необходимо получить проектную или рабочую документацию, то компоненты оборудования должны содержать такие атрибуты, как обозначение, наименование, номер позиции, масса единицы. Эти атрибуты для таких целей и задач использования будут являться обязательными.

С другой стороны, если цель использования цифровой информационной модели - визуализация, то обязательными будут являться параметры внешнего вида, в первую очередь материал и его текстура. А если цель ис-

пользования модели - расчет несущих конструкций, тогда обязательными будут являться геометрические параметры, как, например, длина элемента и моменты инерции сечения, материал с его физическими характеристиками и т. д. Для целей проведения тендера и закупки в компонентах необходимо иметь информацию о номере артикула и производителе. При этом все атрибуты должны иметь правильный тип данных (текст, число, процент, длина, площадь и проч.), их значения должны соответствовать типу данных и должны быть заполненными. При заполнении атрибутов необходимо понимать, что наличие значений некоторых из них зависит от стадии, на которой конкретный компонент используется. Так, например, атрибут «дата монтажа» оборудования может быть заполнен только после выполненного монтажа конкретного экземпляра в строящемся объекте

## **6. Требования к значениям атрибутов библиотечных компонентов**

Библиотечные компоненты могут иметь множество вариантов, из которых пользователи должны выбрать такие, которые соответствуют проектному замыслу, заданным техническим условиям и надлежащим нормативным документам. Подбор компонента выполняется на основе значений параметров и атрибутов. Если параметры управляют геометрией, то изменение их значений должно привести к соответствующим изменениям геометрии. В практике можно встретить такие компоненты, геометрия которых никак не реагирует на изменения параметров, что является неправильным. Все параметры, по определению, должны иметь заданные значения, которые должны соответствовать типу данных конкретного параметра. В отличие от параметров, значения атрибутов могут в начале проекта отсутствовать. Они будут заполняться по мере их определения и появления необходимости в их наличии. Например, значение атрибута «Дата установки» механического оборудования будет отсутствовать до момента его установки. Если для атрибута присвоен тип данных «Текст» (или «Строка»), как в Renga), то его значение не должно заканчиваться точкой. А при заполнении значения атрибута с типом данных «Число», необходимо обратить внимание на то, какой знак, точка или запятая, выполняют функцию десятичной точки, что является спецификой, как операционной системы компьютера, так и конкретного программного обеспечения, а также раскладки клавиатуры. При вводе значений параметров и атрибутов, единицы измерения, как правило, не вводятся вместе со значением

В некоторых параметрах и атрибутах, в зависимости от BIM-платформы, в качестве значений могут использоваться формулы. Таким образом устанавливается зависимость параметров/атрибутов между собой.

## **7. Требования к материалам**

## **7.1. Составляющие материала**

Материал в платформе информационного моделирования, как правило, включает в себя ряд свойств: - графическая составляющая - определяет условный вид материала в проекции и в разрезе; - визуальная составляющая (текстура) - определяет реалистичный внешний вид материала и преимущественно имеет значение для материалов отделочных слоев многослойных элементов модели (стены, крыша, перекрытия); - физические характеристики - как правило, используются в расчетах (для вычисления массы элемента, теплопотерь, освещенности и т. п.); - информационная составляющая - имя, описание, информация об эксплуатационных характеристиках, длительность жизненного цикла и т. д.

## **7.2. Работа с материалами**

В программных платформах технологии информационного моделирования, как правило, имеется возможность создания библиотеки пользовательских материалов, обеспечивающей быстрое и последовательное повторное применение настроенных (стандартизированных) материалов в разных проектах. Все материалы информационной модели должны быть настроены соответствующим образом: - графическая составляющая должна соответствовать действующим нормам (например, ГОСТ 2.306-68 «Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах») в части отображения материалов в проекции и сечениях; - визуальная составляющая должна помогать корректной визуализации информационной модели; - физические характеристики должны позволять выполнять расчеты (проектирование) и подбирать материалы с корректными характеристиками (тендер, эксплуатация); - информационная составляющая должна позволить: о идентифицировать материал; о управлять материалами в модели (выделять объекты со схожими материалами, создавать спецификации и т.п.); о классифицировать материал. Определяя, какая атрибутивная информация должна указываться для конкретного материала, необходимо придерживаться принципа минимальной достаточности, и заносить только информацию, обеспечивающую точную идентификацию и точное количественное определение. Помимо этой информации, базовая информация о производительности и эксплуатационных характеристиках материала позволит проектной команде выбирать материалы и продукты, соответствующие проектному замыслу, а также принимать обоснованные решения. Например, на стадии проектной документации при описании отделки помещений достаточно указать материал - «Краска». На стадии рабочей документации следует указать тип краски (водоэмульсионная, масляная, акриловая) и колер. На стадии эксплуатации необходима информация о 45 конкретном производителе краски и точном цвете, чтобы во время ремонта использовать ту же краску.

### **7.3. Описание материала**

Описания материалов должны быть достаточно подробными, чтобы определить, какой конкретный материал или строительный продукт должны использоваться в данном месте в цифровой информационной модели. В программных платформах технологии информационного моделирования материалам может быть добавлена дополнительная информация, такая как технические характеристики или результаты испытаний. Такая информация может быть введена в виде гиперссылок на ее источник в Интернете, что дает возможность удаленного управления и обеспечения ее актуальности в любой момент времени. Помимо основной информации, связанной с материалом (изготовитель, цвет), желательно добавлять атрибуты, которые позволяют организовать материалы в логические последовательности, облегчают их поиск в рамках проекта. Информация об эксплуатационных качествах материалов или строительных продуктов должна позволять пользователю находить, сортировать и фильтровать информацию на основе принятых в отрасли критериев. Основные атрибуты эксплуатационных качеств для конкретных материалов или продуктов обычно используются для принятия проектных решений, поэтому добавление атрибутов, применимых к каждому из этих материалов, позволит им быть доступным для поиска и принятия решений об их использовании в проекте.

### **7.4. Жизненный цикл материала**

Большинство продуктов и материалов имеют определенную продолжительность гарантии, и их необходимо периодически проверять. Поэтому хорошей практикой является добавление к атрибутам материала информации о жизненном цикле и использовании. Знание не только того, сколько материала используется в проекте, но и как долго он «проживет», предоставит владельцу информацию об оценке жизненного цикла, касающуюся текущего обслуживания объекта. Информация о продолжительности жизни также может использоваться командой разработчиков при принятии решений относительно соответствующих продуктов для использования в проекте. Возможность проведения анализа затрат и выгод отдельных продуктов при разработке проекта позволяет проектировщику создавать здание с ожиданием замены продукта в соответствующее время.

### **7.5. Требования к текстуре материалов**

Текстура является частью графической составляющей материала и представляет по сути снимок текстуры реального физического материала. Текстура определяет, как материал будет выглядеть при визуализации. Для обеспечения естественного вида материала при визуализации, чаще всего текстура должна быть квадратной или прямоугольной формы и бесшовной, т.е. обеспечить повторение «плиток» текстуры без четких границ каждой из них. Бесшовные текстуры создаются определенной методикой в редак-

торах растровой графики либо в специализированном программном обеспечении. Качество визуализации напрямую зависит от качества и физических размеров текстуры, выражаемых в пикселях (точках экрана) - чем больше размер текстуры, тем она более естественно будет выглядеть при визуализации. Для получения визуализации приемлемого качества необходимо использовать текстуры размером не меньше 512 пикселей по самой длинной стороне (если она прямоугольной формы), либо 512x512 пикселей (если она квадратная). Для расчета максимального размера текстуры необходимо считать ее с разрешением не менее 150 точек на дюйм.

## **8. Функциональные требования к библиотечным компонентам**

В некоторых BIM-платформах в компоненты может быть встроено поведение, т. е. способность элемента модели устанавливать связи с окружающими компонентами. Так, например, окна и двери, как в реальном мире (объект строительства), так и в виртуальном (цифровая информационная модель) имеют отношение к стенам и не могут быть размещены вне основы - стены. Аналогично арматура воздуховодов или трубопроводов может быть размещена только на созданном воздуховоде/трубопроводе. Функциональное поведение, если программная платформа технологии информационного моделирования это позволяет, может быть определено выбором определенного шаблона компонента или назначением ему определенной классификации / категории. Поведение компонента в модели также, как и набор основных параметров напрямую зависят от сделанного выбора. Поэтому, при разработке компонентов следует правильно выбирать шаблон или указывать классификацию / категорию объекта, чтобы корректно задать поведение компонента в информационной модели. Например, не рекомендуется создавать компоненты типа окно или дверь, которые могут использоваться без основы (стены, кровли). Особенно важно использовать правильную функциональную настройку при разработке компонентов инженерных систем и оборудования, это позволит присоединять компоненты к системам и выполнять корректные расчеты.

## **9. Требования к форматам компонентов**

Компоненты ArchiCAD создаются в среде редактора объектов GDL. Основным форматом файлов, в котором компоненты хранятся, является GSM. В Renga основным форматом является формат самого проекта, RNP. Все объекты, созданные в проекте, являются его частью. Объекты передаются из проекта в проект простым копированием через буфер обмена. В Revit компоненты создаются в редакторе семейств, а хранятся во внешних файлах с расширением RFA. В Tekla Structures передача из проекта в проект выполняется копированием объектов, либо экспортом пользовательских компонентов, так как системные компоненты доступны для каждого

проекта и не поддаются экспорту. Процесс передачи пользовательского компонента начинается с экспортом его в формат UEL. При экспорте в результате получается один файл, который можно назвать библиотекой пользовательских компонентов. При этом в каждой из программных платформ технологии информационного моделирования существуют так называемые «системные компоненты», которые создаются внутри самого проекта и не могут храниться во внешних файлах. В ArchiCAD и Revit такими компонентами являются, например, стены, перекрытия, крыши, а в Renga и Tekla Structures такими являются все стандартные объекты и компоненты. Такие компоненты хранятся в самом файле проекта.

### **9.1. Требования к метаданным компонентов**

При организации баз/каталогов/библиотек компонентов, как на уровне компании, так и в виде интернет-хранилищ, необходимо обеспечивать удобный поиск необходимого контента. Как правило, такой поиск осуществляется по метаданным - значениям определенных атрибутов компонентов, поддерживаемых поисковой системой. При загрузке компонентов в такую библиотеку/хранилище, необходимо кроме информации, содержащейся в самом компоненте, дополнительно указать данные, которые помогут фильтровать содержимое библиотеки и этим ускорить поиск необходимого компонента. Для организации поиска рекомендуется применять идентификационные атрибуты, имя файла, формат файла, код по применяемой системе классификации, дату создания и другие возможные метаданные. Метаданные должны вводиться единообразно. Например, нельзя допускать использования единственного и множественного числа для одной сущности. Требования к метаданным зависят от конкретной системы хранения и поиска. Крупные интернет-библиотеки компонентов часто имеют собственные требования к метаданным и правилам их заполнения.

### **9.2. Онлайн библиотека компонентов BIMLIB**

В онлайн библиотеке компонентов BIMLIB фильтрация содержимого выполняется на основе следующих метаданных, определяющих классификацию в библиотеке: - название производителя продукта, - типы файлов, - раздел, - категория, - подкатегория, - здания, - помещения; а также на основе физических свойств: - материал, - габаритные размеры, - вес. На странице конкретного продукта отображается информация, содержащаяся в компоненте. Продукция может быть загружена прямо в проект посредством дополнения к программным платформам технологии информационного моделирования.

### **9.3. Онлайн-библиотека компонентов BIMObject**

В онлайн-библиотеке BIMObject фильтрация содержимого выполняется на основе следующих метаданных, определяющих классификацию в библиотеке: - бренды; - категории объектов, например, двери, мебель, кухня; - типы файлов, например, 3DS, AllPlan, ArchiCAD, Revit, AutoCAD и т.д.; - регионы, относится к регионам мира; - типы, например, один объект, сборка, облако точек и т. д. На страницах продуктов может быть отображена информация, содержащаяся в компонентах. Компоненты могут быть загружены прямо в проект посредством дополнения к программным платформам технологии информационного моделирования. У BIMObject имеется руководство по подготовке компонентов для размещения в библиотеке. На странице конкретного продукта отображается информация, содержащаяся в компоненте. Продукция может быть загружена прямо в проект посредством дополнения к программным платформам технологии информационного моделирования.

### **9.4. Онлайн библиотека компонентов NBS National BIM Library**

В онлайн библиотеке NBS National BIM Library фильтрация содержимого выполняется на основе следующих метаданных, определяющих классификацию в библиотеке: - категория объекта, например, сантехника, окна, двери, отделка пола и т. д.; - производитель; программная платформа технологии информационного моделирования, что относится к форматам файла для каждой платформы, например, ArchiCAD, Revit, Vectorworks, IFC. У NBS National BIM Library имеется стандарт для разработки компонентов, а также система сертификации соответствия компонента стандарту. На странице конкретного продукта отображается полная информация об атрибутах, содержащихся в компоненте и поиск компонентов может быть выполнен по значениям любого из атрибутов. Продукция может быть загружена прямо в проект посредством дополнения к программным платформам технологии информационного моделирования.

### **9.5. Онлайн библиотека компонентов BIMZIP**

Онлайн библиотека BIMZIP является облачной платформой, на которой производители могут самостоятельно размещать BIM-компоненты своей продукции, заполнять необходимую атрибутивную информацию и публиковать их для всеобщего доступа. В библиотеке BIMZIP фильтрация содержимого выполняется на основе следующих метаданных, определяющих классификацию в библиотеке: - название продукта; - серия и артикул; - название производителя продукта или отдельного бренда производителя; - код классификатора по OmniClass; - адрес, где продукт производится; - адрес, где продукт распространяется; - цена; а также на основе физических свойств (Property Sets) согласно стандарту ISO 16739. На странице конкретного продукта отображается информация, содержащаяся в компонен-

те. Имеется возможность загрузки компонентов через специализированные плагины непосредственно из среды разработки для использования в проекте. Примечание: Вышеупомянутые библиотеки рекомендуется рассматривать с точки зрения использования метаданных для организации работы и поиска компонентов.

[вернуться к оглавлению](#)



## **III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

### **ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

- 1.История информационного моделирования.
- 2.Понятие BIM.
- 3.Применимость информационной модели.
- 4.Использование информационной модели для проектирования.
- 5.Передача заданий между проектными отделами.
- 6.Использование информационной модели для проектирования.
- 7.Создание проектной документации.
- 8.Стадии использования информации.
- 9.Использование информационной модели для проектирования.
- 10.Создание аналитической модели.
- 11.Экспорт в расчетные комплексы.
- 12.Типы связей информационной и расчетной моделей.
- 13.Создание элементов информационной модели.
- 14.Понятие об уровне проработке модели. Классификация элементов
- 15.Управление информационной моделью.
- 16.Организация коллективной работы над проектом.
- 17.Формирование единой системы координат. Создание отчетов.
- 18.Типы данных в информационной модели.
- 19.Форматы передачи информации.

[вернуться к оглавлению](#)

## IV ВСПОМАГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования  
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

\_\_\_\_\_ М.В.Нерода

«    » \_\_\_\_\_ 2021 г.

Регистрационный № УД- \_\_\_\_\_ /уч.

### Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве

Учебная программа для специальности:

1-70 80 01 Строительство зданий и сооружений

Профилизация: Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушно-  
го бассейна

2021 г.

Учебная программа составлена на основе Образовательного стандарта  
(название образовательного стандарта)

ОСВО 1- 70 80 01-2019, утв. Постановление Министерства образования Республики Беларусь № 81 от 26.06.2019 и учебного плана высшего образования второй ступени (магистратуры) по специальности 1-70 80 01 Строительство зданий и сооружений (профилизация «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»).

**СОСТАВИТЕЛЬ:**

Новосельцев В.Г., заведующий кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции, кандидат технических наук, доцент.

**РЕЦЕНЗЕНТЫ:**

Новик Ю.Н., главный эксперт отдела экспертизы инженерного обеспечения управления экспертизы проектно-сметной документации дочернего республиканского унитарного предприятия «Госстройэкспертиза по Брестской области»

Шостак Д.Ю., главный специалист теплоснабжения и вентиляции ОАО «Брестпроект».

**РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:**

Кафедрой теплогазоснабжения и вентиляции  
Заведующий кафедрой *подпись* В.Г.Новосельцев  
(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_);

Методической комиссией факультета инженерных систем и экологии  
Председатель методической комиссии *подпись* О.П.Мешик  
(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины.

Учебная дисциплина «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» относится к модулю «Программные средства, информационные технологии и системы управления» государственного компонента учебного плана магистратуры.

Цель преподавания учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является приобретение магистрантом знаний и умений, позволяющих использовать технологии информационного моделирования при проектировании систем ТГВ (BIM).

Задачи учебной дисциплины:

Подготовка специалистов, владеющих основными положениями информационного моделирования (BIM); изучение методов создания информационной модели (BIM) и использования ее для создания проектной документации; практическое освоение использования информационной модели (BIM) для статического расчета; изучение компьютерных программных комплексов для создания информационной модели и использования ее в проектировании.

В результате изучения учебной дисциплины формируются следующие компетенции:

УПК-2: Знать и владеть современными программными комплексами для проектирования и 3D-моделирования систем ТГВ для решения практических и научно-исследовательских задач.

УПК-3: Владеть теорией автоматизированного управления и уметь применять ее для разработки автоматизированных систем управления строительством и технологическими процессами при строительстве систем ТГВ

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать основные определения и понятия информационного моделирования в

строительстве, принципы использования информационной модели на всех этапах жизненного цикла объекта строительства и систем ТГВ.

уметь создавать информационную модель объекта строительства, экспортировать аналитическую часть модели в расчетные комплексы.

владеть современными программными комплексами для создания и управления информационной моделью.

Связи с другими учебными дисциплинами

Перечень дисциплин, необходимых для изучения дисциплины «Компьютерное проектирование, моделирование и теория автоматизированного управления в строительстве»: отопление, вентиляция, газоснабжение, теплоснабжение, кондиционирование воздуха и холодоснабжение.

#### План учебной дисциплины для заочной формы получения высшего образования

Код специальности (направления специальности)	Наименование специальности (направления специальности)	Курс	Семестр	Всего учебных часов	Количество зачетных единиц	Аудиторных часов (в соответствии с учебным планом УВО)					Академических часов на курсовой проект (работу)	Форма текущей аттестации
						Всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Семинары		
1-70-80-01	Строительство (ТГВиОВБ)	1	2	128	5	14	10	4				зачет

## 1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

### 1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.1.1 История информационного моделирования. Понятие ВІМ. Применимость информационной модели. Использование информационной модели для проектирования. Передача заданий между проектными отделами.

1.1.2 Использование информационной модели для проектирования. Создание проектной документации. Стадии использования информации. Использование информационной модели для проектирования. Создание аналитической модели. Экспорт в расчетные комплексы. Типы связей информационной и расчетной моделей. Создание элементов информационной модели. Понятие об уровне проработке модели. Классификация элементов

1.1.3 Управление информационной моделью. Выгрузка данных. Организация коллективной работы над проектом. Формирование единой системы координат. Создание отчетов. Типы данных в информационной модели. Форматы передачи информации.

### 1.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.2.1 Создание элементов библиотек для информационной модели.

1.2.2 Создание аналитической модели. Экспорт в расчетные программные комплексы.

## 2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для заочной формы получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Количество часов самостоятельной работы	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Применимость информационной модели.	2		2			Письменный зачет. Отчет по лабораторным работам.
2	Использование информационной модели для проектирования.	4		2			Письменный зачет. Отчет по лабораторным работам.
3	Управление информационной моделью.	4					Письменный зачет.
	Итого	10		4			

### 3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Перечень литературы

##### Основная

1. Талапов, В. В. Основы BIM : введение в информационное моделирование зданий Текст учеб. пособие для вузов по специальности 270800 "Строительство" В. В. Талапов. - М.: ДМК ПРЕСС, 2011. - 391 с.

2. Талапов, В. В. Технология BIM : Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий Текст учеб. пособие для вузов по специальности 270800 "Стр-во" В. В. Талапов. - М.: ДМК ПРЕСС, 2015. – 410 с.

##### Дополнительная

1. Ланцов А.Л. Autodesk Revit 2015. Компьютерное проектирование зданий. - Autodesk Inc., 2014 г. - 700 с.

2. Рид Ф., Кригел Э., Вандезад Дж. Autodesk Revit Architecture 2012. Официальный курс / Перевод с англ. В. Талапов. - М.: ДМК Пресс, 2012. – 312 с.

#### 3.2. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

1. Письменный отчет по лабораторным работам.

2. Письменный зачет.

#### 3.3. Методические рекомендации по организации и выполнению самостоятельной работы обучающихся по учебной дисциплине.

Для поведения самостоятельной работы магистрантами используются литературные источники, приведенные в п.3.1.

№ п/п	Название раздела, темы	Номер литературы из списка
1	Применимость информационной модели.	Основная: 1
2	Использование информационной модели для проектирования.	Основная: 1, 2 Дополнительная 1, 2
3	Управление информационной моделью.	Основная: 1, 2 Дополнительная 1, 2