

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

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой
 В.Г.Новосельцев

« 28 » 03 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета
 О.П.Мешик

« 28 » 03 2025 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИНВЕСТИЦИОННО-
СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

для специальности:
7-06-0732-01 Строительство
Профилизация: Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воз-
душного бассейна

Составители: Новосельцев Владимир Геннадьевич, доцент, к.т.н., зав. ка-
федрой теплогазоснабжения и вентиляции;
Новосельцева Дина Владимировна, доцент, к.т.н., доцент кафедры приро-
дообустройства

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического Совета
протокол № 3 от 31.03. 2025г.

rec. в УМК 24/03-2025

Пояснительная записка

Актуальность изучения дисциплины

Учебная дисциплина «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» относится к модулю «Программные средства и информационные технологии» государственного компонента учебного плана магистратуры. Целью освоения учебной дисциплины «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является формирование у магистрантов навыков по организации процессов в инвестиционно-строительной деятельности с использованием компьютерных технологий.

Задачи учебной дисциплины:

Выработать у магистрантов навыки применения современных компьютерных технологий в строительной практике и в инвестиционной деятельности.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать систему нормативно-правовых документов, регламентирующих инвестиционно-строительную деятельность организаций, структуру и требования, предъявляемые к нормативным, распорядительным документам и проектной документации;

уметь определять потребность в ресурсах и сроки проведения строительных работ; владеть навыками подготовки распорядительной документации; владеть навыками контроля результатов инвестиционно-строительной деятельности, в том числе в части соответствия принятых архитектурно-строительных решений зданий и сооружений требованиям нормативных документов.

ЭУМК разработан на основании Образовательного стандарта для специальности 7-06-0732-01 «Строительство» и предназначен для реализации требований учебной программы по учебной дисциплине «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности» для специальности 7-06-0732-01 «Строительство» (профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна»). ЭУМК разработан в полном соответствии с утвержденной учебной программой по учебной дисциплине государственного компонента «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности».

Цели ЭУМК:

- обеспечение качественного методического сопровождения процесса обучения;

- организация эффективной самостоятельной работы студентов.

Содержание и объем ЭУМК полностью соответствуют образовательным стандартам высшего образования специальности 7-06-0732-01 «Строительство» (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 «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности»:

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

Практический раздел ЭУМК содержит материалы для проведения практических учебных занятий.

Раздел контроля знаний ЭУМК содержит материалы для зачета и экзамена, 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 «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности», список основной и дополнительной литературы.

Рекомендации по организации работы с ЭУМК:

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

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕРИАЛОВ В КОМПЛЕКСЕ

I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	5
Тема 1 Основные данные по BIM.....	5
1.1. Понятие BIM.....	5
1.2. Виды BIM.....	6
1.3 Термины BIM.....	8
1.4 Инструменты создания BIM-моделей.....	10
1.4 BIM на различных этапах инвестиционно-строительного проекта.....	13
II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	21
Практическая работа №1 Работа в среде REVIT	21
Практическая работа №2 Работа в среде RENGA	28
III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	36
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ	36
IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	37

І ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

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. 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 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

1.3 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.

Дадим основные определения понятий, относящихся к информационному моделированию зданий и строительных объектов — BIM-технологиям, прописанные в нормативных документах.

Информационное моделирование объектов строительства — «процесс создания и использования информации по объектам строительства в целях координации входных данных, организации совместного производства и хранения данных, а также их использования для различных целей на всех этапах жизненного цикла...» [1].

Информационная модель в строительстве — «совокупность представленных в электронном виде документов, графических и неграфических данных по объекту строительства, размещаемая в среде общих данных и представляющая собой единый достоверный источник информации по объекту на всех или отдельных стадиях его жизненного цикла...» [1].

Информационная модель объекта капитального строительства «(далее — информационная модель) — совокупность взаимосвязанных сведений, документов и материалов об объекте капитального строительства, формируемых в электронном виде на этапах выполнения инженерных изысканий, осуществления архитектурно-строительного проектирования, строительства, реконструкции, капитального ремонта, эксплуатации и (или) сноса объекта капитального строительства...» [2].

Цифровая информационная модель — BIM (Building Information Modelling¹ — информационное моделирование зданий) — технология в сфере проектирования зданий, основанная на идее конструирования виртуальной 3D-модели здания из готовых компонентов, соответствующих элементам здания (окна, колонны, стены, воздуховоды), каждый из которых наполнен информацией, описывающей геометрические и иные характеристики этого элемента. Совокупность этой информации по всем компонентам представляет собой базу данных по объекту строительства в целом. Обращения к такой базе данных позволяют извлекать информацию из модели в виде спецификаций, ведомостей объемов работ или в виде марок на чертежах.

Рассмотрим инструментальную среду по созданию информационных моделей зданий и принципиальные отличия BIM-программ от CAD-программ.

1.4 Инструменты создания BIM-моделей

BIM-модель — это совокупность различных элементов — трех-, двухмерных или текстовых данных. Модели состоят из **компонентов** — элементов здания — дверей, окон, соединительных деталей инженерных систем, прямолинейных участков инженерных систем, конструкций и т.д. Компоненты модели обладают наборами свойств — *параметрами* — специальными контейнерами для хранения информации по компоненту или модели в целом. Принципиальное отличие BIM-программ от традиционных программ проектирования, например САД-программ, заключается в том, что пользователь может не только записывать значения существующих параметров компонента модели (ширина, высота, цвет и т.п.), но и определять свои, новые, параметры, такие как производитель, цена или любые другие. Кроме того, пользователь в достаточно свободной форме может предоставлять эти данные (свойства), записанные в параметрах, например в табличной форме в виде спецификаций, или выносить значения этих параметров в виде *марок* на чертежах. В программах BIM-моделирования (в отличие от обычных 3D-редакторов, в которых также можно моделировать здания) каждый объект, составляющий здание, однозначно определен как пользователем, так и самой программой. То есть например, «стена» или «дверь» определяются программой именно как стена или дверь, а не как наборы полигонов. Вспомним, что представляет собой САД-система проектирования, чтобы лучше понять отличия: САД (Computer-aided Design) — технология в сфере проектирования зданий, использующаяся и в других сферах, например в машиностроении, основанная на идее построения двух- и трехмерных объектов *на основе математически описанных сплайнов в пространстве модели компьютерной программы*.

Рассмотрим основные принципиальные различия BIM-программ, которых на сегодня существует достаточно много.

BIM-программы между собой в основном отличаются тем, как они работают с *компонентами*, а точнее, откуда берутся эти компоненты. В прикладных BIM-программах есть отличия и в *инструментарии*. Работа с компонентами — принципиально важный момент.

На рис. 1.1 представлена схема классификации программных продуктов по критерию «*Работа с компонентами*». Есть программы с готовыми библиотеками компонентов, есть те, что предоставляют пользователю инструменты для их создания. Инструменты, в свою очередь, можно разделить на языки программирования и специальные редакторы.

На рис. 1.2 представлена схема классификации программных продуктов по критерию «*Какие разделы закрываются программой*». Есть программы узко специализированные, которые позволяют создавать только архитектурную модель или инженерную, конструкторскую. Есть программы, позволяющие смоделировать (создать) модель по каждому разделу одновременно. Взаимодействие между проектировщиками разных разделов в одной программной среде — более тесное, что является большим плюсом. Но, с другой стороны, прикладные программы, ориентированные только на определенный раздел, имеют большие возможности в том разделе, на котором специализируются.

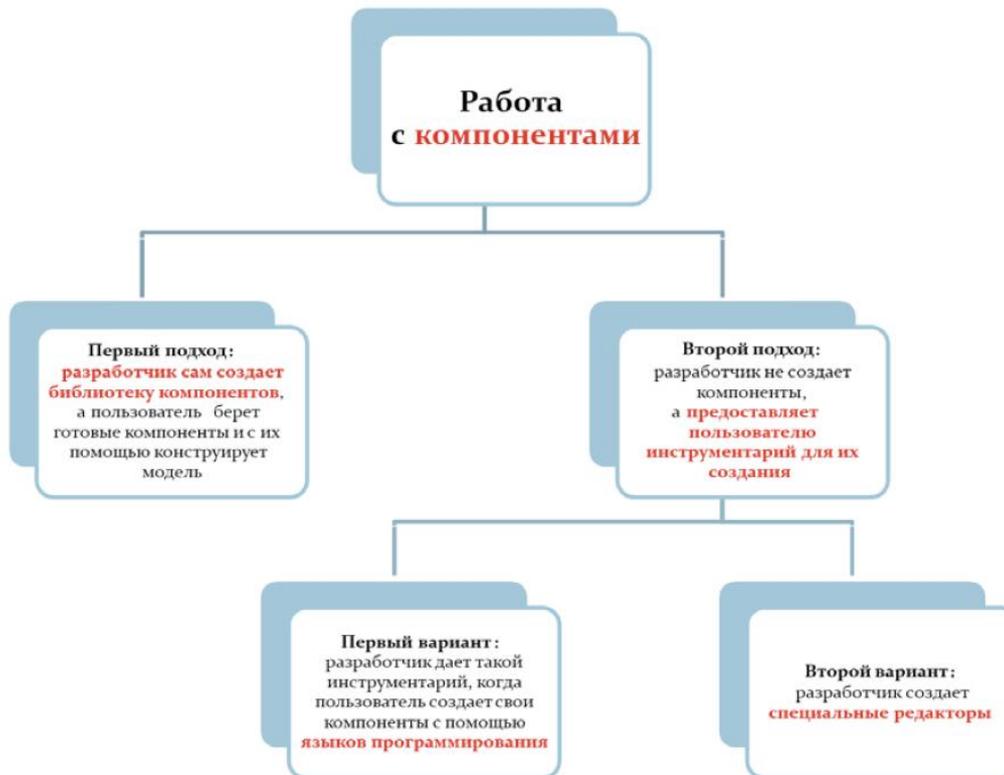


Рис. 1.1. Классификация прикладных программ BIM-моделирования по признаку «Работа с компонентами»



Рис. 1.2. Классификация прикладных программ BIM-моделирования по признаку «Какие разделы закрываются программой»

Основные компании-разработчики специализированного прикладного программного обеспечения (ПО), используемого для информационного моделирования объектов строительства, — Autodesk, Graphisoft, Bentley Systems Incorporated, Trimble (Tekla), A Nemetschek Company (ALLPLAN), АСКОН (Renga).

На рис. 1.3 представлена диаграмма ПО для создания (разработки) информационной модели объектов строительства, упорядоченного по частоте использования (по данным исследований на 2019 г.). Как видно из рисунка, наиболее популярны продукты компании Autodesk. Программа Renga российской разработки используется в 5 % случаев.

Кроме программ для создания моделей применяются программы для проверки (например Autodesk Navisworks), а также специальные сервисные программы для их совместного просмотра, например в облаке или мобильном приложении. На рис. 1.4 представлено ПО в виде диаграммы для просмотра BIM-моделей, упорядоченное по частоте использования по состоянию на 2019 г.

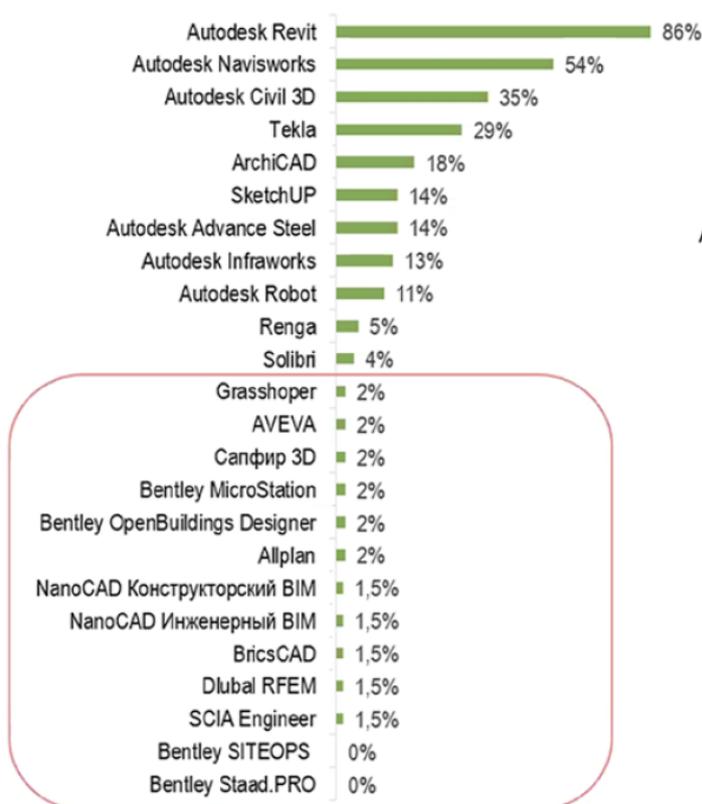


Рис. 1.3. Диаграмма частоты использования ПО для информационного моделирования

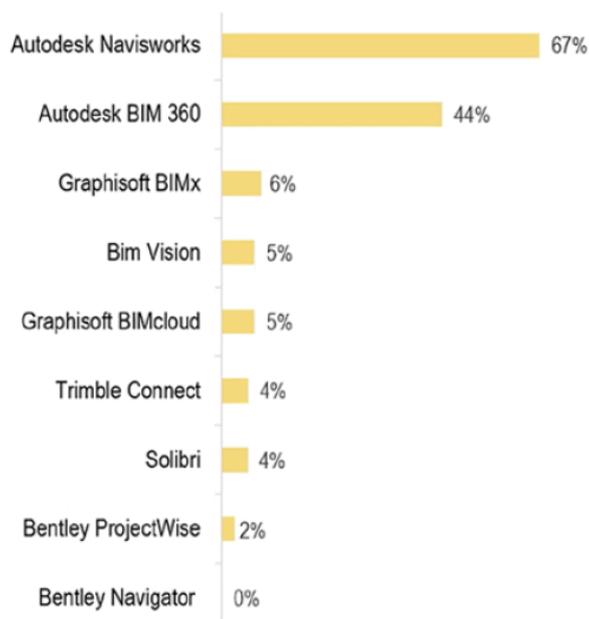


Рис. 1.4. Диаграмма частоты использования ПО для просмотра BIM-модели

1.4 BIM на различных этапах инвестиционно-строительного проекта

Технологии информационного моделирования объектов строительства используются на всех этапах жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта, начиная с предынвестиционной и заканчивая ликвидационной стадией.

Для инвестиционно-строительных проектов характерен принцип стадийности, т.е. разделение процесса подготовки и реализации инвестиционных проектов на ряд стадий (этапов, фаз). Универсального подхода к разделению на стадии не существует. На рис. 1.5 представлены варианты деления на стадии при различных подходах. Так, согласно международному подходу Всемирного банка и ЮНИДО¹, выделяют три основные фазы (стадии).

Рассмотрим применение BIM-технологий на различных этапах инвестиционно-строительного проекта. В качестве основных стадий инвестиционно-строительной деятельности будем рассматривать предынвестиционную, инвестиционную и эксплуатационную.

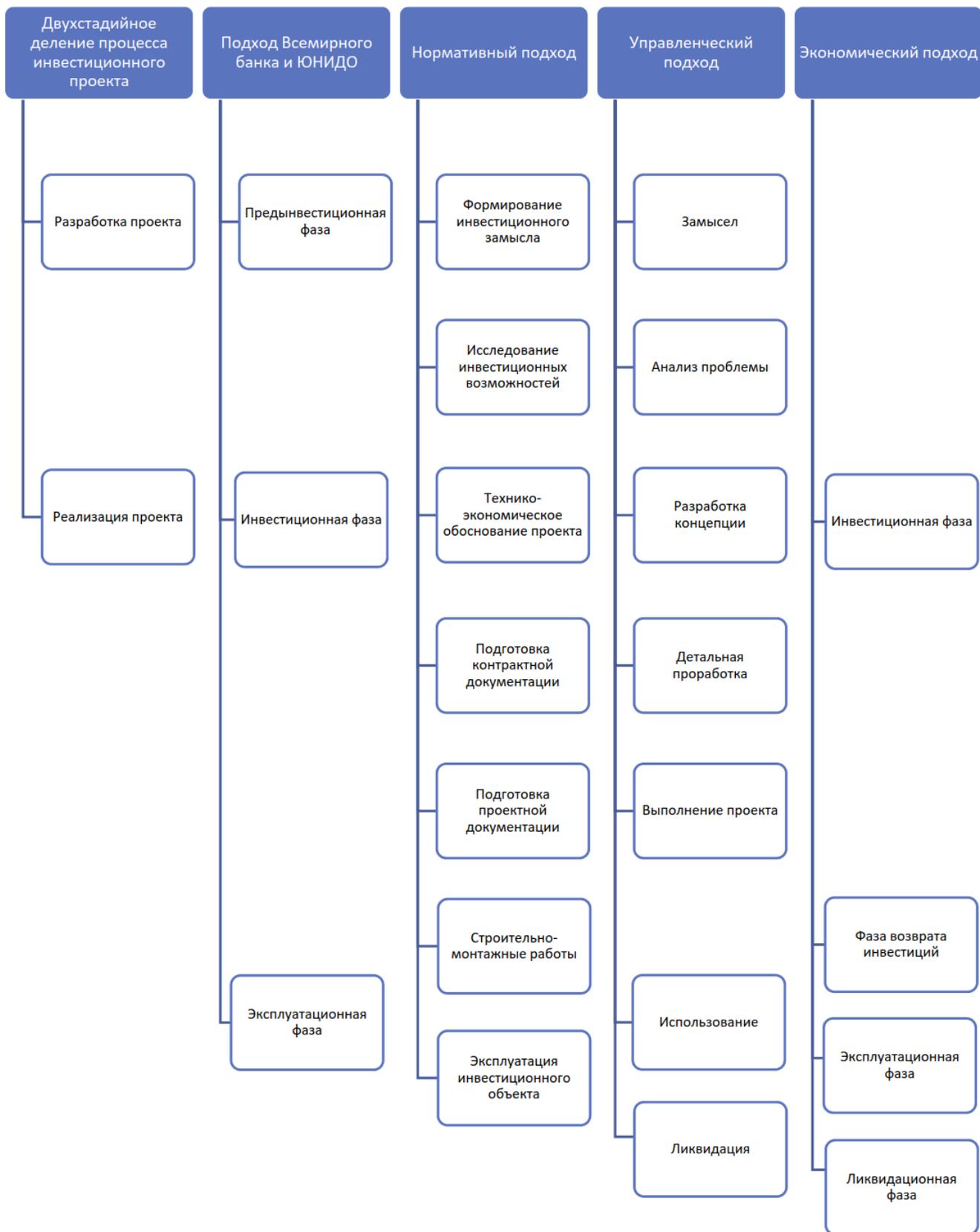


Рис. 1.5. Подходы к выделению стадий жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта

На рис. 1.6 представлены основные возможности применения BIM-технологий для каждой стадии жизненного цикла инвестиционного проекта, где выделены такие этапы, как предварительное проектирование, BIM-проектирование, строительство, эксплуатация, соотнесенные со стадиями жизненного цикла. Рассмотрим каждый из приведенных этапов более подробно.



Рис. 1.6. Применение BIM-технологий на различных стадиях жизненного цикла инвестиционно-строительного проекта

Предынвестиционная стадия (этап предварительного проектирования)

На этом этапе производят **сбор и анализ данных**, таких как анализ участка, анализ инсоляции, анализ положения здания на участке, а также получают **предварительные технико-экономические показатели (ТЭП)**. Все это можно делать с использованием BIM-программ. На основе этой информации делают вывод **об экономической целесообразности проекта**.

Если проект признается экономически целесообразным, тогда осуществляется **подготовка среды общих данных для совместной работы «Common Data Environment (CDE) — среда общих данных»**. Одновременно необходимо подготовить основные элементы базы данных проекта: библиотеки компонентов и материалов; шаблоны, на основе которых будут вестись

работы; описание процессов производства работ. Это может быть требование к именованию папок, файлов, компонентов внутри этих файлов. Все это очень важно, потому что фактически **ВІМ-проект** — это база данных объекта строительства. Если вносить информацию в такую базу данных хаотично, то невозможно будет корректно извлекать ее, получать спецификации, ведомости объемов работ, сметы в конечном счете. Также необходимо описать правила работы и взаимодействия проектной группы.

Вся информация фиксируется в следующих двух документах:

1) «Информационные требования заказчика (Employer's Information Requirements — EIR)» — своего рода техническое задание на проектирование, которое формируется на стороне заказчика;

2) «Исполнительный план на информационное моделирование здания (BIM Execution Plan — BEP)» — формируется на стороне генерального проектировщика и представляет собой своего рода инструкцию для работы проектировщика. В этом документе прописываются все правила наименования и проверки итогового проекта. Это основной документ, на который должен ориентироваться проектировщик.

Вся эта информация должна быть подготовлена на этапе предварительного проектирования.

На рис. 1.7 представлены возможности одной из программ для моделирования рельефа местности как элемента сбора и анализа данных, на рис. 1.8 — возможности одной из программ для моделирования вариантов застройки участка с расчетом основных ТЭП проекта.

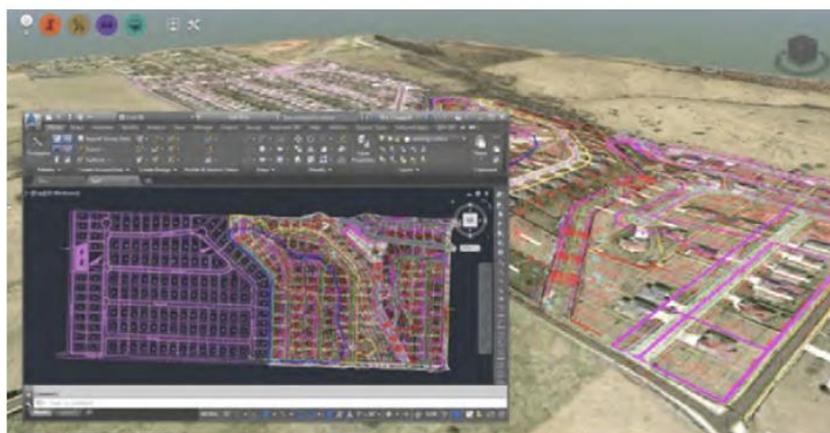


Рис. 1.7. Модель рельефа в Autodesk InfraWorks 360¹



Рис. 1.8. Генерация вариантов застройки участка и подсчет ТЭП с помощью Робота R1 (разработка ООО «ПИК-Проект»)²

Для потенциальных инвесторов и заказчиков определенный интерес также представляют визуализация и наглядная интеграция будущего объекта строительства в инфраструктуру существующей застройки. Такую возможность предоставляют специализированные прикладные программы, позволяющие создавать не только статические изображения будущих объектов строительства, но и видеоролики. На рис. 1.9 в качестве примера приведены модель здания и визуализация застройки, полученные с использованием прикладного специализированного ПО.



Рис. 1.9. Визуализация модели здания с учетом застройки

Инвестиционная стадия (этап непосредственно BIM-проектирования)

Следующий этап — непосредственно проектирование. Основная задача этого этапа — **создание модели строительного объекта** (см. рис. 1.6).

В отличие от традиционного подхода, где главной задачей проектировщика является выпуск комплектов чертежей, здесь **чертежи — всего лишь производные из модели**.

Без модели чертеж не получить. Сначала создают модель, а потом получают из нее чертежи. Такие чертежи, как план этажей, — это всего лишь сечение модели в горизонтальной плоскости; чертежи, как фасады или разрезы, — это сечение модели в вертикальной плоскости. Есть чертежи, которые представляют собой трехмерный ракурс модели, например аксонометрические схемы инженерных сетей. Есть другие представления модели, такие как спецификации, когда модель представлена как бы в текстовом виде. По сути, любой чертеж, любой вид этой модели, любой ракурс, в том числе и спецификация, — это и есть модель. Просто смотрим на нее под каким-либо углом, отсекая лишнее, скрывая ненужные элементы и представляя модель в том или ином виде. Когда вносятся изменения на любом чертеже либо в 3D-пространстве модели, то эти изменения отражаются сразу на всех ее ракурсах, включая спецификации. Допустим, изменили стенку, поменялся ее объем, то автоматически пересчитается значение в ячейке спецификации для нового объема. Что есть в модели, то и отображается в спецификации. Точно так же может пересчитываться марка, потому что марка не текст с полочкой, как в традиционном проектировании, это именно предоставление тех данных, которые есть в модели. Марка извлекает данные, которые необходимо видеть на чертеже, например площадь помещений. Если передвинуть, например, стенку, то изменится площадь помещения. Точно так же в экспликации площадь этого помещения будет пересчитана. Если добавить какой-то элемент, например элемент оборудования, то в спецификации на оборудование добавится новая строка. Вручную добавить эту строку нельзя, возможно только добавление этого элемента в модель. Тогда он появится в спецификации, потому что спецификация — это и есть модель, но представленная в текстовом виде. Это то, что принципиально отличает BIM-проектирование от традиционного подхода. Также есть важные отличия в скрупулезности того, как вносятся информация в проект, как проект структурируется.

В традиционном проектировании, например в AutoCAD, возможно допускать структурные ошибки управления проектом, это не повлияет на результат проектирования. Если в це-

лом чертежи собраны корректно, правильно произведены расчеты конструкции и расставлены все элементы, то в комплекте документации ошибки управления проектом не отразятся на результате проектирования.

В BIM-проектировании любая такая ошибка повлияет на результат проекта. Например, если внести элементы в проект и отнести их не к тому классу объектов, то эти элементы попадут не в ту спецификацию. Спецификация будет выдана некорректно, отчего может пострадать строительный процесс. То есть любое некорректное управление информацией внутри модели, некорректное наименование, некорректное отношение элемента к какому-то классу или к уровню внутри модели ведет к тому, что сам проект будет неправильный.

Для BIM-проектирования характерно появление новых, специальных, должностей, таких как *BIM-менеджер* и *BIM-координатор*. Это специалисты, которые *управляют информацией внутри BIM-модели* и несут за это ответственность. Это очень сильно отличает традиционный процесс проектирования от BIM-проектирования. Работа проектировщика в этом случае кардинально меняется, при этом изменяется не только инструмент проектирования (другие программные среды), но и принципы работы, проектирования, взаимодействия, сопровождения. Теперь проектировщик не создает чертежи, он создает модель и вносит информацию в эту модель.

Кроме *непосредственно создания модели* есть ряд задач, которые возникают на этапе проектирования (см. рис. 1.6):

1) в первую очередь **анализ готовой модели**. Это уже не тот анализ, который есть на этапе предварительного проектирования. Это анализ инсталляции, анализ энергоэффективности здания, прочностные расчеты конструкций и другая аналитическая работа;

2) кроме того, есть **специфическая аналитика**, которая вообще не существует в традиционном проектировании, например **проверка на пересечения**.

BIM-проектирование дает полную 3D-модель по всем разделам. Можно проверить, не пересекаются ли элементы этой модели друг с другом, совпадают ли инженерные сети с отверстиями в стенах, не пересекаются ли архитектурные элементы с конструкциями. Все это можно увидеть. Такая проверка *занимает большой объем времени во всем процессе проектирования*, большая часть которого тратится на устранение выявленных ошибок.

На рис. 1.10 приведена схема возможностей внесения изменений в проект на стадиях жизненного цикла здания.

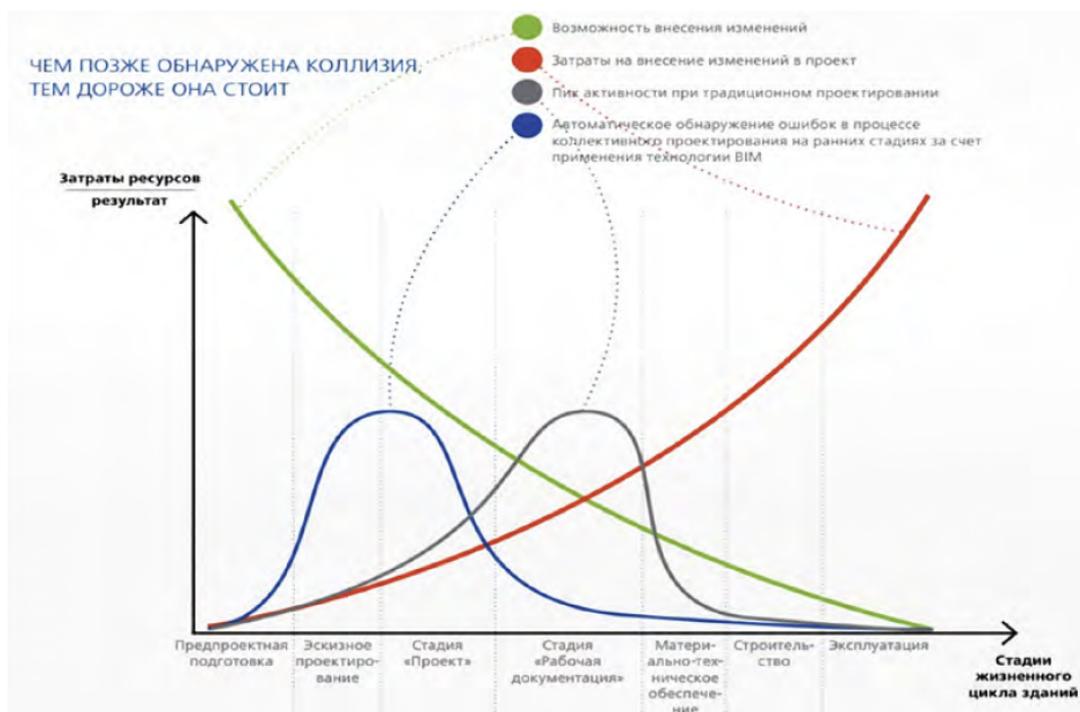


Рис. 1.10. Возможности внесения изменений в проект при традиционном и BIM-проектировании¹

На графике представлены кривые, отражающие возможности внесения изменений при проектировании традиционными способами и с использованием BIM-технологий с учетом стадии жизненного цикла, а также влияние таких изменений на стоимость всего проекта в целом.

BIM-технологии позволяют раньше обнаруживать коллизии и ошибки при коллективном проектировании, в результате чего меньше затрачивается финансовых и других ресурсов на их исправление;

3) еще одна важная задача — **извлечение информации из проекта**. BIM-модель — это фактически база данных проекта, поэтому можно извлекать информацию из нее. Насколько корректно она извлекается, зависит от того, насколько корректно она туда вносится. Это зависит от структуры проекта, которая построена на основе «классификаторов». Классификация проекта принимается еще до начала его разработки и уже в соответствии с ней строится модель. Далее из нее извлекают информацию и получают своего рода *ведомость объемов работ и материалов*. Кроме этого, могут возникать задачи, *связанные уже со стройкой и эксплуатацией*, которые также могут лечь на проектировщиков.

Инвестиционная стадия (этап строительства)

Самый важный этап — строительство. На данном этапе также возникает ряд задач, связанных с информационной моделью (см. рис. 1.6).

Первая задача — принятие решений — одна из наиболее важных. Во время строительства проводятся совместные совещания проектировщиков BIM-модели и строителей, в ходе которых на мониторе компьютера отображается BIM-модель. Ее можно покрутить, приблизить, рассмотреть конкретное место и понять ситуацию. Это позволяет разрешить конфликт, возникший на строительной площадке, или решить какую-то проблему. Например, если установили, что те или иные элементы конструкции здания были смонтированы неправильно, то можно сразу же внести эту конструкцию в новом положении в BIM-модель, приблизить этот ракурс, посмотреть, на что это может повлиять и к каким последствиям привести. Может быть, теперь конструкция будет пересекаться с инженерными сетями или с другими элементами, которые еще не смонтированы. На основе такого анализа необходимо будет принять конкретное решение — перенести несмонтированные элементы или разбирать неправильно смонтированную конструкцию. Это очень важный аспект, потому что такие решения можно принимать быстро, основываясь на достоверной информации. На чертежах этой информации может и не быть, так как чертежи не дают полного представления обо всем здании, планы этажей — это срезы на определенной высоте. В BIM-модели таких срезов можно сделать сколько угодно, так же как и разрезов и фрагментов, и посмотреть в 3D под любым ракурсом. Все это дает возможность достоверно получать информацию о ситуации, которая есть. Поэтому возможно принять верное решение по возникшей проблеме, и это основное использование информационной модели на строительной площадке.

Вторая задача. Есть и *другие процессы*, которые также связаны с информационным моделированием. Это прежде всего **увязка модели с графиком строительства**, т.е. **распределение всех компонентов модели в соответствии с графиком строительства**.

График строительства обязательно присутствует при планировании и управлении проектами. Он собирается в специализированной среде с использованием прикладного ПО по управлению проектами, например Microsoft Project, Primavera, Spider Project, или табличных процессоров в составе офисного пакета Microsoft Excel.

Элементы информационной модели совмещаются и связываются с этапами проекта, представленными в виде графика. Такое совмещение дает две важные возможности:

1) **визуализация графика**. Можно проверить, насколько график корректно построен, насколько этапы выполняются в правильной последовательности. Запустив визуализацию модели согласно графику строительства, возможно наблюдать **процесс симуляции строительства**. Это позволит увидеть, все ли правильно идет, т.е. в требуемом порядке, а также возможно указать, **как фактически идет строительный процесс**, и видеть на этой симуляции отставание факта от плана, или, наоборот, опережение (рис. 1.11);

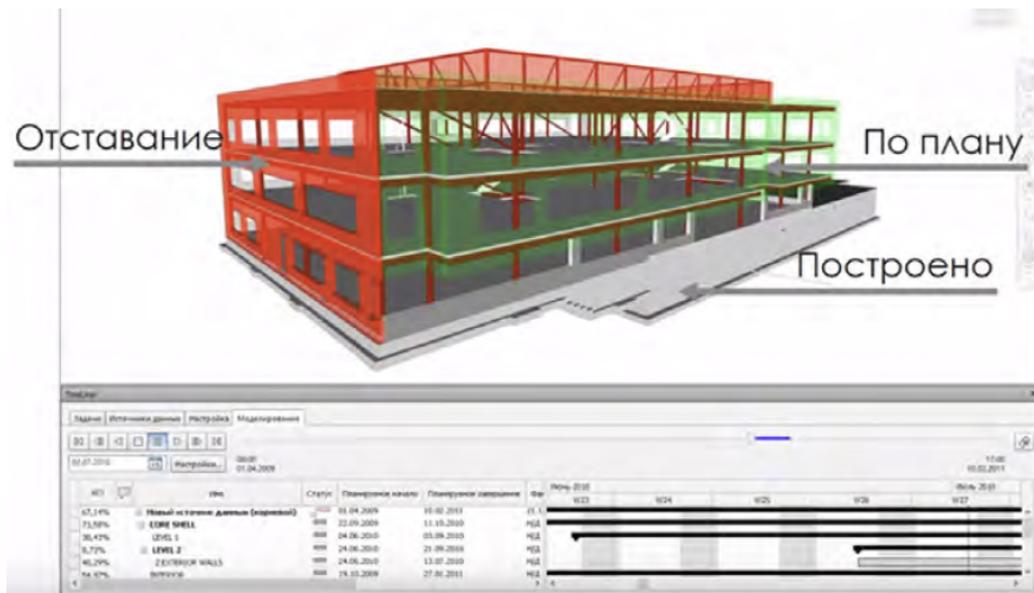


Рис. 1.11. Визуализация графика строительства в программной среде¹

2) возможность **рассчитать потребности в ресурсах на каждом этапе строительства**. При проектировании строительного объекта существуют ведомости объемов работ для всей модели: например, ведомость материала для всей модели, каких-то элементов оборудования, рассчитанных на всю модель, металлоконструкций, их весов на всю модель. При традиционном проектировании максимум что можно сделать, это разделить все объемы по этажам или корпусам, выделив только крупные. *При увязывании модели объекта строительства с этапами строительства можно получить мелкую разбивку и мелкие спецификации, мелкие ведомости объемов работ.* Это позволяет заказывать мелкие позиции на стройплощадку к определенному этапу. Такая увязка элементов с графиком строительства выполняется либо **подрядчиком**, либо **подрядчиком и проектировщиком** при их совместной работе.

При совместной работе подрядчик предоставляет проектировщику недостающую информацию по технологии возведения объекта (разбиение на этапы), а проектировщик вносит эту информацию в модель. Такое взаимодействие происходит, если у подрядчика нет специализированного BIM-отдела, хотя на современных стройках они у подрядчиков уже появляются.

Увязка модели с графиком строительства — довольно обширная и сложная задача: чтобы разбить модель по этапам, ее необходимо структурировать особым образом. Иногда этот процесс выполняется итерационно и долго. Возможно также учесть такую разбивку сразу на этапе проектирования, но тогда это сильно его усложнит и увеличит по срокам. Такое решение принимается заблаговременно либо на этапе проектирования делается заготовка под стройку, либо это будет отдельная работа для подрядчика.

При интеграции информации 3D-модели объекта строительства с графиком строительства, затратами и поставками оборудования говорят о различных видах модели (рис. 1.12):

- 3D-модель включает все основные конструкции и инженерные системы объекта, а также ранее существующие системы и объекты, если таковые имелись, выполненные по облаку точек (с использованием аэрофотосъемки, 3D-сканеров и специального ПО);
- 4D-модель — совмещение 3D-модели с графиком строительства;
- 5D-модель — совмещение 4D-модели с графиком поставки оборудования, затратами, деньгами;
- 6D-модель — совмещение 5D-модели с реальным объектом / жизненным циклом;
- цифровой двойник — полное отражение в модели реального объекта.

[вернуться к оглавлению](#)

II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Практическая работа №1 Работа в среде REVIT

Autodesk Revit, или Revit – программный комплекс для автоматизированного проектирования, реализующий принцип информационного моделирования зданий (Building Information Modeling, BIM), разработанный компанией Autodesk в 2000 году, предназначенный для архитекторов, конструкторов, инженеров-проектировщиков как платформа проектирования, документирования, создания информационной модели здания, содержащей сведения о конструкции, материале, размере, стадиях объекта. Предоставляет возможности трехмерного моделирования элементов здания и плоского черчения элементов оформления, создания пользовательских объектов, организации совместной работы над проектом, начиная от концепции, заканчивая выпуском рабочих чертежей, спецификаций. База данных Revit может содержать информацию о проекте на различных этапах жизненного цикла здания, от разработки концепции до строительства, снятия с эксплуатации.

В модели Revit каждый чертеж, 2D, 3D вид, спецификация представляют информацию из одной виртуальной модели здания. Параметрическое моделирование подразумевает тесную взаимосвязь элементов проекта, позволяющую управлять изменениями автоматически, либо пользователем в процессе работы, обеспечивая согласованность, повышение производительности работы проектировщиков, поскольку изменение элемента отражается на всем проекте. При любом изменении в Revit применяются два принципа, которые делают его эффективным и простым в использовании: отслеживание взаимосвязей в ходе проектирования; распространение изменений в здании. Подсистема параметрического согласования Revit обеспечивает автоматическую координацию изменений в компонентах проекта (видах, чертежах, спецификациях, разрезах, планах).

В Revit используются 3 типа элементов (семейств): модели, базовые, определенного вида. Семейство содержит описание геометрии элемента,

его параметры, определяя и контролируя каждый экземпляр, отображаются на видах. Типы элементов моделей: главные (части основы), сооружаются по месту на строительной площадке (стены, потолки, несущие стены, крыши), компоненты модели – типы частей модели здания (окна, двери, шкафы, балки, раскосы, несущие колонны, мойки, котлы, воздуховоды, спринклеры, электрические панели). Элементы базы помогают определить содержание проекта (сетки, уровни, опорные плоскости). Элементы вида отображаются только на видах, а это: аннотации – 2D компоненты, обеспечивающие документирование модели, соблюдение масштаба на бумаге (размеры, марки, ключевые пометки), сведения – 2D элементы, предоставляющие сведения о модели здания на конкретном виде (линии детализации, цветовые области, 2D детализированные компоненты). Такая реализация обеспечивает гибкость работы проектировщика, элементы создаются и изменяются пользователем без программирования, их поведение зависит от контекста в модели здания, определяемого способом создания, от зависимостей с другими компонентами, формируемых управляемыми действиями пользователя.

Каждый размещаемый на чертеже элемент является экземпляром типоразмера в семействе, ему соответствует два набора свойств, определяющих внешний вид и функционирование: типа и экземпляра. На стадии концептуального проектирования можно создавать формообразующие элементы для изучения идей проектирования, выполнения анализа на ранних этапах. В ходе совершенствования проекта изменяются эти формы, которые будут использованы в качестве основы для детальной проработки архитектуры.

Этапы обучения проектированию в среде Revit:

- разработка концепции проекта, создание форм и адаптивной геометрии для загрузки в среду проектирования Revit;
- рабочий процесс: концептуальные формы, создание, анализ семейства концептуальных форм;

- рабочий процесс: массивы компонентов, создание, применение параметрических семейств компонентов;
- создание концептуального проекта, используя среду проектирования, массивы компонентов, выбор шаблона;
- файлы шаблонов для среды концептуального проектирования с учетом требования конкретного проекта;
- опорные точки разместить для создания аналитической геометрии, управления ею в среде концептуального проектирования;
- инструмент «Создать форму» для создания твердых и полых элементов выдавливания из различных геометрических форм;
- разделение геометрии, подготовка поверхности, линии к размещению на них образцов, панелей, адаптивных компонентов;
- семейства массивов компонентов, в среде концептуального проектирования создать и применить вложенные массивы компонентов для заполнения семейств сборных архитектурных компонентов;
- адаптивные компоненты, которые можно гибко настраивать с учетом уникальных контекстов;
- дополнение конструкторской документации размерами, текстовыми примечаниями, ключевыми пометками, марками, обозначениями; размеры показывают измерения в проекте;
- для документирования процесса проектирования добавление к чертежам текстовых примечаний с выносками, изменение стиля текста;
- ключевые пометки для маркирования элементов или материалов (стандартные ключевые пометки CSI или пользовательские);
- инструмент «Марка» служит для присоединения марки к выбранному элементу, это аннотация для идентификации элементов на чертеже;
- обозначение – графическое представление аннотации, любого объекта;
- маркировка нескольких арматурных стержней и их наборов при помощи одной аннотации;

- создание различных видов моделей здания, к которым относятся планы, разрезы, виды фасадов, 3D-виды;
- в модели здания каждый лист чертежа, 2D- и 3D-вид, спецификация являются представлением информации из одной и той же базы данных; при внесении изменений в модель на одном из видов, они автоматически распространяются на весь проект;
- двумерные виды обеспечивают традиционные методы просмотра модели (планы этажей, зеркальное отображение потолка, планы несущих конструкций); есть виды фасадов, перспектив фасада; вид в разрезе показывает модель в разрезе, можно создавать в плане, разрезах, фасадах, видах узлов; на пересекающихся они отображаются в виде представлений;
- на фрагменте отображается часть другого вида в большем масштабе; в документации они используются для обеспечения упорядоченной последовательности помеченных видов при повышении уровня детализации;
- 3D виды в перспективе, ортогональные 3D виды, с фоном, регулировкой положения камеры, границ, изменением свойства вида;
- работа с видами, управление ими, сведения о перемещении по видам, создании зависимых видов, организации видов в Диспетчере проекта, создании списков и типов видов и т.д.;
- создание легенд для вывода списка компонентов здания и аннотаций, используемых в проекте;
- параметры видимости, внешнего вида, управление видимостью, графическим отображением элементов модели, базовых, определенного вида;
- просмотр марок для разрезов, фасадов, фрагментов, изменение свойств марок позволяет управлять отображением, информационными значениями имен, заголовков видов;
- создание спецификаций, количественных характеристик, ведомостей материалов для их определения, анализа компонентов, материалов, используемых в проекте; спецификация – другой вид модели (Вкладка «Вид» ► па-

нель «Создание» ► раскрывающийся список «Спецификации» ►  («Ведомость/Спецификация»),  («Графическая спецификация колонн»),  («Ведомость материалов»),  («Список листов»),  («Ведомость примечаний»),  («Список видов»);

– спецификации, отображение списков любого типа элементов в модели; создание ведомости, спецификации, добавление списка компонентов элементов здания к модели, уточнение, изменение формата спецификации;

– использование спецификации в другой модели, вставка из другого проекта, сохранение ее вида во внешнем проекте, отправка данных в текстовые файлы с разделителями, которые могут быть обработаны программами для работы с электронными таблицами;

– создание ведомости аннотаций (ведомости примечаний), в которых перечисляются аннотации, примененные к элементам в модели.

– ключевые спецификации, задание и использование клавиш для автоматизации процесса пополнения спецификаций согласованными данными;

– ведомости материалов, отображение большего числа деталей сборки компонента со списками подкомпонентов и материалов;

– спецификации панели для электрических систем отображается информация о панели, о подключенных к ней цепях и их нагрузках;

– графические спецификации колонн, несущие колонны обозначаются пересекающимися линиями сетки, зависимостями, смещениями для их верха и основания, размещаются в спецификациях колонн в соответствии с данными обозначениями;

– свойства экземпляра для вида спецификации, изменение свойства вида спецификации для настройки полей, стиля отображения, ориентации, др.;

– определение стадий проекта (стадии сноса, реконструкции), применение фильтров стадий к видам и спецификациям для отображения проекта на разных этапах работы (выберите вкладку «Управление» ► панель «Стадии»

►  («Стадии»);

- стадии – отдельные временные периоды выполнения проекта, архитектурные проекты, связанные с реконструкцией выполняются по стадиям;
- фильтр по стадиям применяется к виду для управления отображением элементов в зависимости от состояния стадии (Новые, Существующие, Снесенные, Временные); обеспечивает управление видимостью элементов, предоставляя информацию о каждой стадии проекта;
- заполняющие элементы для стадий появляются, когда у присоединенных элементов и их основ не совпадают значения для параметров «Стадия возведения» и «Стадия сноса»;
- снос элементов, инструмент «Снос» для маркировки элементов на текущей стадии как снесенных;
- свойства стадии использовать для назначения элементов модели здания определенным стадиям, можно назначить копии видов различным стадиям, их фильтрам;
- параметр «Статус стадии» управляет визуальным представлением элементов модели на видах;
- создание стадий на этапы работы, которые требуется отслеживать в рамках проекта;
- при объединении стадий выбранная стадия удаляется, все элементы, имеющие данное значение для их свойств «Стадия возведения» и «Стадия сноса», обновляются с отображением значения новой объединенной;
- создание фильтров стадий (кроме стандартных) позволяет управлять отображением элементов в зависимости от состояния стадии;
- применение фильтра стадий к виду позволяет управлять отображением элементов на виде на основе стадий проекта;
- определение графического отображения для фильтров стадий, указание требуемых переопределений графики для изменения способа отображения элементов на видах, на которых используются фильтры;

- определение графического отображения для состояний стадий, можно применить разные графические отображения к элементам, относящимся к определенному состоянию стадии;
- изменение структуры заполняющих элементов при сносе вставки на стадии, более поздней, чем стадия создания основы;
- при сносе элемента на одном виде он маркируется как снесенный на всех видах, соответствующих той же стадии;
- один и тот же набор свойств типа является общим для всех элементов семейства, все экземпляры данного типа в семействе имеют одно значение, например, у всех элементов семейства Стол есть Ширина, его значение для каждого экземпляра типоразмера 1525x762 мм в семействе – 1525 мм, в то время как значение Ширина для каждого экземпляра типоразмера 1830x915 мм составляет 1830 мм; изменение значения свойства типа влияет на все экземпляры этого типоразмера, существующие, создаваемые;
- ко всем элементам типоразмера в семействе применяется общий набор свойств экземпляра, но значения их могут быть различными в зависимости от местоположения элемента в здании, проекте, например, размеры окна – параметры типа, его высота над перекрытием – параметр экземпляра; аналогично, размеры сечения балки – параметры типа, ее длина – экземпляра;
- изменение значения свойства экземпляра влияет только на выбранные элементы, на размещаемые в данный момент, например, если выбрать балку, изменить значение свойства экземпляра, то это повлияет только на данную балку; при выборе инструмента для размещения балок, изменении значения свойства экземпляра, оно применится ко всем балкам;
- проектирование и выпуск рабочей документации: размещение элементов стен, дверей, окон, лифтов, планов этажей, разрезов, спецификаций, 3D-видов, визуализаций;

- оптимизация эксплуатационных характеристик здания на ранних этапах проектирования, составление смет, отслеживание изменений на протяжении жизненного цикла проекта, срока эксплуатации здания;
- создание фотореалистичной визуализации, документации со срезами, 3D-видами, панорамами для переноса проекта в виртуальную реальность;
- межотраслевая координация, Revit – платформа BIM, предназначенная для проектирования в различных областях, можно обмениваться данными модели с инженерами, подрядчиками;
- редактирование наборов видов/листов для экспорта: можно изменить входящие в набор виды, листы, переименовать их, удалить. Для редактирования наборов видов/листов открыть окно «Экспорт», выбрать вкладку «Файл» > «Экспорт» > «Форматы САПР», указать формат для экспорта;
- изменение видов и листов, входящих в набор: в списке «Показать в списке» выбрать требуемые фильтры «в наборе» или «в модели», чтобы сузить или расширить ряд доступных для выбора видов;
- указать виды, которые требуется включить в набор, установив (сняв) флажок «Включить» для каждого вида; при редактировании изменения применяются немедленно, не требуя сохранения, подтверждения, наборы всегда сохраняют последнюю настроенную конфигурацию;
- переименование набора: в списке «Экспорт» выбрать вид, который требуется переименовать, нажать  («Переименовать набор»), в диалоговом окне «Переименовать набор» ввести имя, нажать «ОК», новое имя сразу отображается в списке «Экспорт»;
- удаление набора: в списке «Экспорт» выбрать вид, который требуется удалить, нажать  («Удалить набор»), он сразу удалится.

Практическая работа №2 Работа в среде RENGA

Базовые продукты Renga Software:

– Renga Architecture – BIM-система для архитектурно-строительного проектирования;

– Renga Structure – BIM-система для конструктивной части зданий и сооружений (железобетонные, металлические конструкции);

– Renga MEP – BIM-система для проектирования внутренних инженерных систем зданий (водоснабжение, канализация, отопление, вентиляция, электроснабжение).

Совместное предприятие компании АСКОН и фирмы «1С», крупнейших в РФ разработчиков инженерного программного обеспечения для автоматизации управления на предприятиях различных отраслей, Renga Software занимается разработкой программных продуктов для трехмерного проектирования зданий (сооружений) в соответствии с технологией информационного моделирования (ТИМ/BIM – Building Information Modeling), являясь первым отечественным разработчиком BIM-решений с интуитивно-понятным интерфейсом, доступной стоимостью. Продукты Renga предназначены для комплексного проектирования: созданная в системе информационная модель объекта строительства может использоваться на всех этапах его жизненного цикла, документация соответствует нормативной базе РФ.

Renga Architecture – архитектурно-строительная BIM-система для архитектурного 3D-проектирования, создания эскиза, концептуального проектирования облика будущего здания. Работа в BIM-системе Renga основана на принципах проектирования в 3D-пространстве (для быстрой, наглядной работы) с помощью простого, контекстно-ориентированного интерфейса (для удобного взаимодействия с 3D-моделью). Архитектор создает здание на 3D-виде, используя объектные инструменты (стены, балки, окна и т.д.), переключаясь на план, продолжая 3D-моделирование. Скорость работы в Renga Architecture выше по сравнению с другими программами. Для детальной проработки архитектурной модели, Renga

Architecture предоставляет инструменты быстрого создания (редактирования) объектов – Стили, Сборка, Редактор профилей, за минуту можно создать свой стиль окна, двери, расставить в нем вертикальные (горизонтальные) импосты, размеры, назначить материал, определить тип открывания. Инструмент Сборка применяют для создания сложных элементов здания, состоящих из нескольких объектов. Стандартными инструментами (балки, лестницы, перекрытия и т.п.) можно сконструировать лестничный марш с дизайнерским ограждением, объединив их при помощи сборки, работая с ними как с одним элементом. Пользовательский редактор профилей позволяет нарисовать любой параметрический профиль для балок, колонн каркаса здания или декоративных элементов карнизов, плинтусов, пилястр и т.п. Для точного подсчета строительных объемов, количества материалов в Renga Architecture существует инструмент Спецификации, который автоматически собирает данные с объектов 3D-модели, формирует по ним отчеты в табличной форме, а при изменениях пересчитывает в модели. Можно сформировать свои спецификации, воспользоваться готовыми шаблонами, настроенными по ГОСТ (экспликации помещений, спецификации заполнения оконных и дверных проемов), изменять их вид, группировать по различным свойствам, применять фильтры, добавлять пользовательские свойства. Для получения правильных объемов по отделке помещений, существует шаблон «Ведомости отделки помещений», автоматически собирающий расчетные характеристики помещений (площадь стен, пола, потолка, длину плинтусов за вычетом проемов в ограждающих конструкциях). Для подготовки презентационных материалов можно выполнить высококачественные фотореалистичные изображения (рендеры) посредством наложения текстур, назначения материалов в приложении Artisan Rendering (компании PICTOREX Ltd), которое можно установить на Renga Architecture. В Renga существует возможность экспорта 3D-модели в форматы 3D-графики – *.OBJ, *.DAE, *.STL для рендеринга в

популярных программах 3Ds Max, Blender, Lumion и т.д. Для создания объемного макета можно распечатать модель здания на 3D-принтере, экспортировав в формат *.STL. Наиболее эффективным способом презентации проекта заказчику является виртуальная прогулка по 3D-модели в очках виртуальной реальности (VR), в программе Renga осуществлена связь с VR-очками Oculus Rift, надев их, можно увидеть будущее здание, оценить принятые технические решения. Совершить виртуальную прогулку поможет 3D-манипулятор 3DConnexion, который интегрирован с Renga.

Встроенный редактор чертежей позволяет создать комплект проектной, рабочей документации, основные виды здания (планы, фасады, разрезы) – создаются в нем автоматически из 3D-модели. Можно быстро оформить чертеж как по российским стандартам СПДС, так и по международным ISO.

Стили отображения позволяют настраивать видимость, уровень детализации объектов на чертежах, так, из одного вида, например, плана, можно получить несколько: кладочный план, эвакуационный, расстановки оборудования, балок и колонн и т.д. Для взаимодействия с другими САД-системами, например, AutoCAD возможно экспортировать (импортировать) чертежи в формате DWG/DXF.

На любой стадии проектирования BIM-система Renga предоставляет инструменты, которые помогут минимизировать затраты по внесению изменений в проект, проставленные размеры будут отслеживать изменения, сделанные в 3D-модели, например, при перенесении перегородки на плане, размеры автоматически будут пересчитаны. Помещения всегда будут ассоциативно связаны с окружающими их конструкциями, при изменении их габаритов в плане, автоматически будут пересчитаны площади полов, стен, потолка. BIM-модель, созданная в Renga Architecture, может быть наполнена информацией о физических свойствах строительных материалов (материал, плотность, теплопроводность), о типах внутренней отделки поме-

щений, наружного оформления фасадов. Эти данные вместе с 3D-моделью можно передать в сторонние расчетные приложения в формате IFC, например, в СИТИС: Солярис, СИТИС: Трак, выполнить в них теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций, естественной освещенности КЕО.

В BIM-системе Renga архитектор, конструктор, инженер-проектировщик работают над одной 3D-моделью, каждый может увидеть изменения, сделанные коллегами, что помогает избежать ошибок, сократить время на согласование на уровне BIM-модели (формат IFC), на уровне чертежей (формат DWG/DXF), через PDM-системы, например, Pilot-ICE.

Renga Structure – BIM-система для строительного 3D-проектирования конструкций зданий (сооружений). Для разработки монолитных ж/б конструкций в Renga Structure предусмотрены инструменты для автоматического армирования объектов в 3D, усиления арматурными стержнями отверстий, проемов в перекрытиях, стенах, привязанного к ним, перемещаемого вместе с ними, различного уровня сложности. Инструмент Сборка позволит создать отправочные марки ферм, колон, связей и т.д., применять их в разработке конструктивных схем зданий (сооружений), 3D-привязки, трехмерные режимы измерения увеличат точность, ускорят процесс позиционирования конструктивных элементов относительно друг друга. Редактор профилей поможет создать любые профили металлоконструкций для использования их в проектах.

Конструктор может легко обмениваться информацией с участниками проекта, получая разработанную модель здания от архитектора для доработки в формате .RNP. Если проектом не предусмотрена архитектурная часть, конструктор может самостоятельно разработать модель здания в Renga Structure в формате .RNP и передать ее проектировщикам смежных разделов проекта. Если объект проектируется в различных BIM и CAD-системах, передача информации возможна через форматы .IFC, .C3D,

.DWG/DXF и другие. В информационную модель конструктивной части здания конструктор закладывает необходимые данные (материалы, объемы, количество, обозначения, наименования конструктивных элементов и т.д.), Renga Structure автоматически формирует спецификации, которые можно размещать на чертежах, передавать другим участникам проекта.

В Renga Structure предусмотрено автоматическое получение чертежей марок КЖ/КЖИ/КМ/АС, схем расположения конструктивных элементов, отправочных марок ферм, узлов соединений с 3D-модели здания. Возможность импорта в Renga чертежей в формате .DWG позволит при оформлении документации использовать схемы типовых узлов, других конструктивных элементов, ранее созданных в 2D-системах. Размещая DWG-чертежи на 3D-сцене, можно использовать их в качестве подложки для разработки информационной модели здания. Для быстрой корректировки проектной и рабочей документации достаточно внести изменения в 3D-модель здания, все планы, схемы, узлы, разрезы, спецификации и т.д. изменятся автоматически. Конструктор может визуально оценить проектируемую модель на коллизии, быстро устранить их.

Работа в Renga Structure ведется при помощи инструментов объектного проектирования, позволяющих получить информацию о геометрических параметрах, цифровых данных всех элементов модели. Спроектированная в Renga Structure 3D-модель здания экспортируется в формат .IFC, передается в любую расчетную систему (Лира, SCAD Office и т.д.), после проверки конструктивной схемы здания, уточнения сопряжений, узлов в расчетных комплексах прикладываются все необходимые нагрузки для дальнейшей проверки на прочность конструктивных элементов. Документация автоматически формируется в соответствии с СПДС, что гарантирует исключение ошибок, связанных с оформлением чертежей, система поддерживает также оформление документации по стандартам ISO.

Renga MEP – BIM-система для инженерного проектирования, где специалисты по внутренним инженерным системам могут, получив через готовую 3D-модель требуемые данные о наружных, внутренних ограждающих конструкциях, назначениях, габаритах помещений, используемых материалах, выявить потребности здания в воздухообмене, водопотреблении, водоотведении, тепловой и охлаждающей нагрузке, уровне освещенности, мощности силового оборудования электроснабжения и других. Renga MEP позволяет вести проектирование без использования специальных библиотек элементов благодаря инструменту Стили, быстро создающему необходимые элементы. Проектировщик может воспользоваться элементом, созданным в другой системе, преобразуя импортированный 3D-объект в стиль Renga, что позволит дополнить его пользовательскими свойствами для дальнейшего использования в спецификации.

Конструктор систем ведет построение магистральных трубопроводов, обвязку оборудования в автоматическом режиме на основе контрольных точек, выставленных проектировщиком. Автоматическая трассировка учитывает расположение несущих стен, колонн, оконных, дверных проемов и, в соответствии с заданными отступами, обходит их. При создании трубопроводов, воздухопроводов проектировщик может применить любой тип, размер, материал, предварительно скопировав данные из ГОСТ или сертифицированного сортамента производителя. Можно выбрать тип и способ подключения оборудования, трубопроводов, арматуры, воздухопроводов, вспомогательных приспособлений, самой трассы, используя в одной системе различные типы присоединений.

Renga MEP позволяет совместить в себе удобства проектирования, ведения расчетов, учет экономической составляющей этапа строительства и эксплуатации, в ней расчетные модули вынесены во внешние приложения и расчетные комплексы партнеров, при необходимости можно подгрузить любой. Автоматическая выгрузка спецификаций изделий, оборудования и

материалов реализуется в конструкторе спецификаций путем добавления необходимых граф, соответствующих определенным параметрам объектов в системе СПДС.

Проектирование внутренних инженерных систем в Renga MEP предусматривает: получение трехмерной модели от архитектора или конструктора с дальнейшим созданием необходимых систем, либо 2D-чертежей с возможностью самостоятельного создания 3D-модели. В Renga MEP можно создавать системы водоснабжения, канализации, отопления, вентиляции, кондиционирования, внутреннего электроснабжения, индивидуальные тепловые пункты.

[вернуться к оглавлению](#)

III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ

1. Теоретические и практические основы проектно-изыскательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации.
2. Влияние автоматизации на процесс проектирования и строительства.
3. Основы информационного моделирования с трактовкой феноменов познания и творчества как информационных процессов.
4. Информационные технологии в проектно-изыскательской деятельности.
5. Информационные системы в проектировании.
6. Основные задачи, особенности и типы информационных систем и технологий.
7. Форматы данных, алгоритмы и программные средства.
8. Строительное проектирование, методология, возможности автоматизации.
9. Информационные технологии в проектировании, изыскательской деятельности, производстве.
10. Использование компьютерных технологий и средств автоматизации в смежных специальностях и других прикладных дисциплинах.
11. Роль автоматизации в строительном процессе, проектной и изыскательской деятельности.
12. Использование BIM технологий в исследовательских целях.
13. Проектирование в среде REVIT
14. Проектирование в среде Renga
15. Методы анализа BIM модели в Revit.
16. Основы расчет энергосбережения модели в программе Revit.
17. Задание параметров и классификатора материалов для расчет ограждающих конструкций в Revit и ArchiCAD.
18. Использование инструмента формы и морф для создание формообразовательной модели.
19. Общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации.
20. Технические средства реализации информационных процессов.
21. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Основы защиты информации.
22. Алгоритмизация и технология программирования.
23. Основные этапы решения прикладных задач с помощью компьютера.

[вернуться к оглавлению](#)

IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учреждение образования
«Брестский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор БрГТУ

_____ М.В.Нерода

« » _____ 2023 г.

Регистрационный № УД- _____

/уч.

Информационные технологии в инвестиционно- строительной деятельности

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности

7-06-0732-01 Строительство

Профилизация: Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна

2023 г.

Учебная программа составлена на основе учебного плана высшего образования второй ступени (магистратуры) по специальности 7-06-0732-01 Строительство (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* В.Г.Новосельцев
(протокол № _____ от _____ 20____);

Научно-методическим советом БрГТУ (протокол № _____ от _____ 20____)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Место учебной дисциплины.

Учебная дисциплина «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» относится к модулю «Программные средства и информационные технологии» государственного компонента учебного плана магистратуры.

Цель преподавания учебной дисциплины:

Целью освоения учебной дисциплины «Информационные технологии в инвестиционно-строительной деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является формирование у магистрантов навыков по организации процессов в инвестиционно-строительной деятельности с использованием компьютерных технологий.

Задачи учебной дисциплины:

Выработать у магистрантов навыки применения современных компьютерных технологий в строительной практике и в учебном проектировании.

В результате изучения учебной дисциплины формируются следующие компетенции:

УК-2: Решать научно-исследовательские и инновационные задачи на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

УПК-2: Применять теорию автоматизированного управления для разработки автоматизированных систем управления строительством и технологическими процессами в строительстве.

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать систему нормативно-правовых документов, регламентирующих инвестиционно-строительную деятельность организаций, структуру

и требования, предъявляемые к нормативным, распорядительным документам и проектной документации;

уметь определять потребность в ресурсах и сроки проведения строительных работ; владеть навыками подготовки распорядительной документации; владеть навыками контроля результатов инвестиционно-строительной деятельности, в том числе в части соответствия принятых архитектурно-строительных решений зданий и сооружений требованиям нормативных документов.

План учебной дисциплины для дневной 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		
7-06-0732-01	Строительство (ТГВиОВБ)	1	1	110	3	50	18	16	16			зачет
		1	2	130	3	68	32	18	18			экзамен

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		
7-06-0732-01	Строительство (ТГВиОВБ)	1	1	110	3	14	6	4	4			зачет
		1	2	130	3	14	6	4	4			экзамен

1. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1.1. ЛЕКЦИОННЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.1.1 Сущность BIM-технологий и опыт их применения в строительной сфере. Представление данных в ЭВМ. Базы данных. Накопление и сохранение информации. Анализ потребностей пользователя в информации и ее обработка. Анализ возможных источников информации. Количество и качество информации. Информационные потоки в строительстве. Ценность информации.

1.1.2. Особенности внедрения интегрированной системы выполнения проектов на основе технологий BIM. Основные понятия информационных систем. Роль и место информационных систем в управлении. Прямая и обратная связь в системе управления. Классы систем. Свойства функционирования систем. Иерархические многоуровневые системы. Классы иерархии. Разработка расписаний в системах управления строительными проектами. Направления совершенствования методов и приемов формирования проектов в строительстве. Основные информационные системы управления строительными проектами, их назначение, область применения.

1.1.3. Совершенствование подготовки строителей для выполнения проектов на основе технологий BIM. Технология работы систем управления проектами TimeLine и MS Project. Управление плановыми ресурсами строительных проектов. Ресурсная оптимизация. Отражение организационно - технологических зависимостей в проектной документации. Выбор модели строительства объектов. Определение цели, критерия, ограничений. Метод оптимального интенсифицирования календарных планов. Графоаналитическая модель оптимизации расписаний, формирование календарных графиков строительных объектов с применением программы TimeLine и MS Projekt.

1.1.4. Численные и информационные методы решения задач и обработки информации в строительстве. Технические характеристики, основ-

ные функции и аналитические возможности информационно-поисковых систем. Финансово-экономические системы и их применение в строительстве. Основные понятия финансово-экономических информационных систем. Роль и место информационных систем в управлении экономическими объектами. Прямая и обратная связь в системе управления. Назначение финансово-экономических систем, применяемых в строительстве. Основные составляющие компоненты и классификация. Безбумажные технологии в управлении. Подготовка принятия решения в управленческих информационных системах.

1.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.2.1 Общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации. Технические средства реализации информационных процессов. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Основы защиты информации.

1.2.2 Алгоритмизация и технология программирования. Основные этапы решения прикладных задач с помощью компьютера.

1.3. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.3.1 Работа в среде REVIT

1.3.2 Работа в среде RENGA

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

2.1 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

для дневной 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 семестр						
1	Сущность BIM-технологий и опыт их применения в строительной сфере	8	8	8			Устный зачет
2	Особенности внедрения интегрированной системы выполнения проектов на основе технологий BIM	10	8	8			Устный зачет
	2 семестр						
3	Совершенствование подготовки строителей для выполнения проектов на основе технологий BIM	16	10	10			Устный экзамен
4	Численные и информационные методы решения задач и обработки информации в строительстве.	16	8	8			Устный экзамен
	Итого	50	34	34			

2.2 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 семестр						
1	Сущность BIM-технологий и опыт их применения в строительной сфере	2	2	2			Устный зачет
2	Особенности внедрения интегрированной системы выполнения проектов на основе технологий BIM	4	2	2			Устный зачет
	2 семестр						
3	Совершенствование подготовки строителей для выполнения проектов на основе технологий BIM	2	2	2			Устный экзамен
4	Численные и информационные методы решения задач и обработки информации в строительстве.	4	2	2			Устный экзамен
	Итого	12	8	8			

3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Перечень литературы

Основная

1. Михайлов, А. Ю. Организация строительства. Календарное и сетевое планирование / А. Ю. Михайлов. – Москва|Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. – 296 с. – ISBN 9785972901340. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444170. – Текст : электронный.
2. Михайлов, А. Ю. Технология и организация строительства. Практикум / А. Ю. Михайлов. – Москва|Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. – 197 с. – ISBN 9785972901401. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=466468 – Текст : электронный.
3. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы. Учебное пособие. -2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Проспект, 2018. – 136 с.
4. Ануфриев Д.П. Проектирование элементов информационно-измерительных и управляющих систем для интеллектуальных зданий: монография/ Д.П. Ануфриев, В.М. Зарипова, Ю.А. Лежнина. – Астрахань: ГАОУ АО ВПО "Астраханский инженерно-строительный институт," 2015. – 231 с.
5. Гвоздева Т.В. Проектирование информационных систем: технология автоматизированного проектирования. Лабораторный практикум: учебно-справочное пособие/ Т.В. Гвоздева, Б.А. Баллод. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 156 с.

Дополнительная

1. Михеева Е.В. Практикум по информационным технологиям в профессиональной деятельности: учебное пособие. - 15-е изд., стер. - Москва: Академия, 2015. – 256 с.
2. Флегонтов А.В. Моделирование информационных систем. Unified Modeling Language. Учебное пособие/ А.В. Флегонтов, И.Ю. Матюшичев. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 112 с.
3. Габидулин, В. М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2016 / В. М. Габидулин. — 2-е изд. — Саратов: Профобразование, 2019. — 270 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/89864.html> -

3.2. Перечень средств диагностики результатов учебной деятельности

Для диагностики результатов учебной деятельности используется устные зачет и экзамен.

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	Сущность BIM-технологий и опыт их применения в строительной сфере	Дополнительная: 1
2	Особенности внедрения интегрированной системы выполнения проектов на основе технологий BIM	Основная: 1, 2 Дополнительная: 1,2
3	Совершенствование подготовки строителей для выполнения проектов на основе технологий BIM	Основная: 1, 2 Дополнительная: 1
4	Численные и информационные методы решения задач и обработки информации в строительстве.	Основная: 5 Дополнительная: 2, 3

[вернуться к оглавлению](#)