

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 ПРОЕКТНО-  
ИЗЫСКАТЕЛЬСКОЙ 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.

*пер. ~ ГРК 24/25-206*

## **Пояснительная записка**

### **Актуальность изучения дисциплины**

Учебная дисциплина «Информационные технологии в проектно-изыскательской 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 проектно-изыскательской деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является организация процесса научной работы и проектирования с использованием компьютерных технологий; проведение исследований в области взаимодействия магистра с компьютерными технологиям.

Задачи учебной дисциплины:

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

В результате изучения дисциплины магистрант должен:

знать систему нормативно-правовых документов, регламентирующих проектно-изыскательскую деятельность организаций, структуру и требования, предъявляемые к нормативным, распорядительным документам и проектной документации; применять приемы и методы для разработки концептуальных проектных решений в рамках научно-исследовательской деятельности на основе использования информационных технологий.

уметь участвовать в разработке вариантных концептуальных решений на основе научных исследований; участвовать в планировании и контроле выполнения заданий по сбору, обработке и документальному оформлению данных для разработки архитектурного концептуального проекта, уметь пользоваться приемами для подачи исследовательской работы на публичных мероприятиях.

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 проектно-изыскательской 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 проектно-изыскательской 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 проектно-изыскательской 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 проектно-изыскательской 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. Теоретические и практические основы проектно-<br>изыскательской деятельности в условиях информатизации и<br>компьютеризации. ....          | 5  |
| 1.1. Методы и средства информационных технологий.....                                                                                              | 5  |
| Тема 2. Информационные системы в проектировании. Информационные<br>технологии в проектировании, изыскательской деятельности,<br>производстве. .... | 13 |
| 2.1 Методы и средства информационных технологий.....                                                                                               | 13 |
| Тема 3. Использование BIM технологий в исследовательских целях.....                                                                                | 22 |
| II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....                                                                                                                        | 26 |
| Практическая работа №1 Проектирование в среде REVIT .....                                                                                          | 26 |
| Практическая работа №2 Проектирование в среде Renga .....                                                                                          | 33 |
| III РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ .....                                                                                                                   | 41 |
| ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ И ЭКЗАМЕНУ .....                                                                                                                  | 41 |
| IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....                                                                                                                     | 42 |

# **I ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

## **ТЕМА 1. Теоретические и практические основы проектно- изыскательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации.**

### **1.1. Методы и средства информационных технологий**

#### **1.1.1 Введение**

Строительство – одна из ключевых отраслей экономики. Объемы строительного производства всегда являются показателями ее стабильности.

Информационные технологии организации служат стратегическим целям бизнеса, используются для управления деятельностью структур и объектов, финансовыми, информационными, материальными потоками, рабочими местами и коллективами людей.

Спрос на информацию и информационные услуги в сфере экономики и управления обеспечивает развитие, распространение и все более эффективное использование информационных технологий (ИТ). Стратегические цели информационных технологий - обеспечить развитие бизнеса, его управляемость и качество, конкурентоспособность, снижение стоимости выполнения бизнес-процессов.

Информационная технология - это системно-организованная последовательность операций, выполняемых над информацией с использованием средств и методов автоматизации.

Операциями являются элементарные действия над информацией.

К типовым технологическим операциям относят:

- Сбор и регистрация информации
- Ввод и передача информации
- Обработка, накопление и хранение информации
- Принятие решений
- Анализ и прогнозирование

#### **1.1.2 Системы автоматического проектирования.**

BIM (Building Information Modeling или Building Information Model) – информационное моделирование здания или информационная модель зда

##### **1. Системы автоматического проектирования**

САПР (англ. CAD, Computer-Aided Design) - программный пакет, предназначенный для проектирования (разработки) объектов производства (или строительства), а также оформления конструкторской и/или технологической документации.

Компоненты многофункциональных систем САПР традиционно группируются в три основных блока CAD, CAM, CAE. Модули блока CAD

(Computer Aided Designed) предназначены в основном для выполнения графических работ, модули САМ (Computer Aided Manufacturing) - для решения задач технологической подготовки производства, модули САЕ (Computer Aided Engineering) - для инженерных расчетов, анализа и проверки проектных решений.

В Беларуси и странах СНГ наиболее широко распространен программный пакет AutoCAD (<http://www.autodesk.ru/>). Этот пакет может применяться лишь при разработке очень малых и достаточно простых проектов, автоматизируя только рутинную работу кульмана и не более того.

фирма Autodesk продолжила развитие линейки своих продуктов, выпустив замечательное приложение для архитектурно-строительного проектирования Autodesk Architectural Desktop (<http://www.autodesk.ru/>).

Дальнейшим развитием Autodesk Architectural Desktop является программа Autodesk Building Systems (<http://www.autodesk.ru/>), предназначенная для проектирования внутренних инженерных сетей. Обладая всеми средствами AutoCAD и Autodesk Architectural Desktop, она является мощным инструментом, включающим собственные модули для проектирования вентиляции и отопления, электрических сетей, водопровода и канализации. Autodesk Architectural Studio (<http://www.autodesk.ru/>) - инструмент концептуального проектирования и мультимедийной обработки проектных данных. Этот программный продукт предназначен для архитекторов и других профессионалов в сфере строительства, дизайна и архитектуры.

Autodesk Revit Structure (<http://www.autodesk.ru/>) содержит специализированные функции для проектирования и расчета строительных конструкций. В основе продукта лежит технология информационного моделирования зданий (BIM). Благодаря преимуществам этой технологии Revit Structure повышает уровень координации специалистов, помогает выпускать более качественную документацию, сокращает количество ошибок и позволяет наладить более активное взаимодействие между проектировщиками конструкций и архитекторами.

Несмотря на все мощные средства проектирования и визуализации, ключевым моментом в САПР является именно получение выходной документации и её оформление в соответствии с принятыми стандартами, что считается неотъемлемой частью процесса проектирования. Для того чтобы автоматизировать рутинную работу при нанесении различных элементов оформления, Русской Промышленной Компанией была разработана программа auto.СПДС (<http://www.spds.ru/>) - это приложение для AutoCAD, Autodesk Architectural Desktop, Autodesk Building Systems и многих других вертикальных решений на основе AutoCAD. Программа позволяет наносить различные условные обозначения, выноски, отметки, линии обрыва, виды, координационные оси, штриховку и многое другое.

ArchiCAD (<http://www.archicad.ru/>) - программное обеспечение компании Graphisoft является на данный момент одной из лучших систем ар-

хитектурно-строительного проектирования, которое с помощью концепции Виртуального Здания (Virtual Building) реализует уникальную технологию Информационного Моделирования Зданий (Building Information Modeling - BIM). ArchiCAD - мощная среда 3D-моделирования для работы с объектами по современным технологиям. Система разработана специально для архитекторов: инструментарий программы позволяет строить чертежи и модель из привычных объектов (стен, колонн, перекрытий и т.д.), а интерфейс программы интуитивно ясен. При работе в ArchiCAD не просто создаются отдельные чертежи, а разрабатывается полный набор документации по проекту в одном файле.

Программа Allplan (<http://www.nemetschek.com/>) немецкой фирмы Nemetschek - это программное решение для всех фаз жизненного цикла строительного проекта: с самого раннего наброска от руки до проектной документации. Allplan, основанный на объектно-ориентированной базе простых 3D-объектов, создает и поддерживает взаимосвязь между 2D- и 3D-чертежами, разрезами, проекциями и т.д.

CADdy (<http://www.caddy.de/>) (немецкая фирма ZIEGLER-Informatics GmbH) по функциональным возможностям занимает промежуточное положение между системами низкого и высокого уровней. Предназначена для решения комплексных интегрированных технологий от стадии проектирования до стадии производства. В настоящее время в состав CADdy входит свыше 80 модулей, охватывающих такие направления, как архитектура, строительство, геодезия, машиностроение, картография и городское планирование.

Система CATIA (<http://www.catia.ru/>) (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) - одна из самых распространенных САПР высокого уровня. Это комплексная система автоматизированного проектирования (CAD), технологической подготовки производства (CAM) и инженерного анализа (CAE), включающая в себя передовой инструментарий 3D моделирования, подсистемы программной имитации сложных технологических процессов, развитые средства анализа и единую базу данных текстовой и графической информации.

Система позволяет эффективно решать все задачи технической подготовки производства - от внешнего (концептуального) проектирования до выпуска чертежей и спецификаций.

IronCAD (<http://www.ironcad.com/>) - это профессиональная система самого последнего поколения. Представляет собой полнофункциональный инструмент для разработчиков, которые хотят эффективно использовать рабочее время. В программе используются как классические методы параметрического моделирования, так и инновационный метод прямого редактирования. Система IronCAD дает пользователю мощнейший инструмент для оформления чертежей, избавляет от необходимости экспортировать геометрию в какие-либо другие продукты с потерей ассоциативной связи.

По своим возможностям программа является достойным конкурентом таким САПР, как AutoCAD, SolidWorks, T-Flex, КОМПАС 3D, набирая быстрый ход распространения и приобретая своих поклонников и в России.

MicroStation (<http://www.bentleysoft.ru/>) - это профессиональная, высоко производительная система для 2D/3D - автоматизированного проектирования при выполнении работ, связанных с черчением, конструированием, визуализацией, анализом, управлением базами данных и моделированием. Обеспечивает практически неограниченными возможностями проектировщиков и конструкторов на платформах DOS, Windows и компьютерах различных типов.

nanoCAD (<http://www.nanocad.ru/>) - первая отечественная свободно распространяемая базовая САПР-платформа для различных отраслей. Разработкой занимались специалисты высокого уровня, зарекомендовавшие себя при разработке таких известных программ и приложений к AutoCad, как ElectriCS, MechaniCS, Project Studio, Spotlight и многих других.

Платформа nanoCAD содержит все необходимые инструменты базового проектирования, а благодаря интуитивно понятному интерфейсу, непосредственной поддержке формата DWG и совместимости с другими САПР-решениями является лучшим выбором при переходе на альтернативные системы. У пользователей есть возможность обратиться за помощью или отправить запрос на доработку того или иного продукта и получить грамотную и профессиональную консультацию непосредственно от разработчика.

ZWCAD (<http://www.zwsoft.ru/>)- 2D/3D система автоматизированного проектирования и черчения компании ZWSOFT. ZwCAD - выбор для архитекторов, инженеров, строителей и других специалистов, работающих в CAD/CAM технологиях, для которых важно соответствие индустриальным стандартам, простота и привычность интерфейса AutoCAD, стандартный набор необходимых инструментов в рамках разумного бюджета. Удобство работы обеспечивается привычным интерфейсом и возможностью импортировать в ZwCAD меню, созданных в AutoCAD. Команды и кнопки, соответствующие командам и кнопкам AutoCAD, позволяют быстро приступить к работе, потратив минимум времени на переобучение.

КОМПАС (<http://kompas.ru/>) - система автоматизированного проектирования, разработанная российской компанией <АСКОН> с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС. Существует в двух версиях: КОМПАС-График и КОМПАС-3D, соответственно предназначенных для плоского черчения и трёхмерного проектирования.

### 1.1.2 ERP-системы

Существует множество IT-систем, предназначенные для комплексного управления компанией строительной сферы.

До недавнего времени сама возможность применения ERP-систем в строительной отрасли вызывала сомнения, тем более - систем российской разработки. Однако время не стоит на месте и с рубежа тысячелетия наблюдается устойчивый рост отечественных решений в сфере информационных технологий для строительных организаций.

Сложность применения ERP-систем в данной индустрии обусловлена такими особенностями строительного производства, как наличие весьма сложных взаимоотношений: инвестор – заказчик строительства – генеральный подрядчик – субподрядчики, и вытекающими отсюда особенностями календарного планирования.

Непростой является и специфика движения денежных средств, связанных с закупками материалов и оборудования, наймом рабочей силы, постоянным перемещением работников с одного объекта строительства на другой, и связанные с этим особенности отражения в учете затрат на строительство, а также значительные объемы незавершенного производства. Все вышеперечисленные факторы предъявляют к ERP-системам, предназначенным для автоматизации деятельности строительных компаний, особые требования.

ERP-системы представлены разработками компаний: «Галактика», «ПАРУС», «1С», «КОМПАС». Ими созданы программы на основе платформы «1С:Предприятие 8», комплекс бизнес-приложений «Галактика Business Suite», «Система управления ПАРУС» и ERP-система «КОМПАС», «Турбо 9» от компании ДИЦ.

Что собой представляют описанные системы? Решения фирмы «1С», реализованные на платформе «1С:Предприятие 8», предназначены для автоматизации типовых задач учета и управления предприятий. При их разработке учитывались, как современные международные методики управления, так и реальные потребности предприятий, в том числе и предприятий строительного комплекса. Такими программными продуктами являются «1С:Управление строительной организацией», «1С:Подрядчик строительства 4.0. Управление финансами», «1С:Подрядчик строительства 3.0. Управление строительным производством» и «1С:Зарплата и Управление Персоналом 8».

Из вышеперечисленных программных продуктов примером системы, созданной исключительно для строительной отрасли, является «1С:Подрядчик строительства 3.0. Управление строительным производством». Данная система предназначена для формирования календарных планов строительства и контроля выполнения работ. Система эксплуатируется в производственно-технических отделах и непосредственно на строительных участках. Функции системы позволяют производить обмен

данными с программами расчета смет, а также с такими системами, как «1С:Подрядчик строительства 4.0. Управление финансами» и «1С:Зарплата и Управление Персоналом 8». Сформированные календарные планы могут быть выгружены в форматах MS Project и MS Excel, после чего указанные файлы могут быть направлены заинтересованным лицам для исполнения либо рассмотрения и различных согласований.

Функциональные возможности программ позволяют решать большинство задач, связанных с управлением строительной компанией: управление финансами и бухгалтерия, управление персоналом и расчет зарплаты, составление календарных планов строительства и обмен данными с программами расчета смет, управление запасами, продажами, закупками и оборудованием. Особенностью программных продуктов, реализованных на платформе «1С:Предприятие 8» является возможность их эксплуатации на серверах под управлением ОС Linux.

Модульный подход к созданию ERP-систем позволил корпорации «Галактика» в комплексе «Галактика Business Suite» совместить передовые технологии и концепции управления, а также воплотить в жизнь новейшие разработки в области информационных технологий. Применительно к особенностям строительных организаций корпорацией «Галактика» разработано специальное решение - модуль «Галактика Управление строительством». Данное решение предназначено для комплексного управления строительной компанией и максимально учитывает специфику её деятельности.

«Система управления ПАРУС» создавалась как комплексная система автоматизации управления и предназначена для автоматизации четырех основных направлений финансово-хозяйственной деятельности предприятия: управление финансами, управление логистикой, управление производством, управление персоналом, управление страхованием. Применительно к специфике строительной отрасли система позволяет решать задачи формирования производственных планов, планирования потребностей в материалах, сырье, комплектующих, рабочей силе, оборудовании, оперативного управления строительным производством и ведения учета затрат на производство, а также проводить многофакторный анализ затрат в разрезе статей расходов, объектов строительства и другим параметрам.

Принципа модульности придерживается и ERP-система «КОМПАС», что позволяет постепенно вводить её в эксплуатацию, проводя процесс автоматизации управления поэтапно.

Система «КОМПАС» автоматизирует работу следующих участков: управление финансами; управление закупками, запасами и продажами; управление активами; управление производством; управление затратами, управление персоналом и управление взаимоотношениями.

Интересной особенностью ERP-системы «КОМПАС» является наличие базовой подсистемы «Документооборот», пронизывающей все осталь-

ные элементы и модули ERP-системы. Подсистема «Управление производством» имеет встроенные механизмы интеграции с системами автоматизированного проектирования и подготовки данных, что весьма актуально для строительных организаций. Функционал системы, наряду со стандартными функциями управления производством, позволяет вести точный учет незавершенного производства по объектам строительства (местам возникновения), что также немаловажно для предприятий строительной отрасли.

Программный продукт компании ДИЦ «Турбо 9» представляет собой платформу комплексной автоматизации предприятия, обладающей мощной функциональностью и применим в любых сферах хозяйственной деятельности. Программа сочетает в себе такие важные качества, как многофункциональность, обеспечивает комплексную автоматизацию всех участков учета, предлагает оригинальную методику ведения аналитического учета и предоставляет современные средства для анализа финансовой и хозяйственной деятельности предприятий и принятия своевременных управленческих решений. Программа позволяет ведение управленческого учета наряду с бухгалтерским учетом, поддерживает возможность ведения учета по нескольким организациям в одной информационной базе, обеспечивает возможность работы филиалов с единой информационной базой. Особенностью программы является возможность её интеграции и с российскими и западными ERP-системами.

Основными плюсами ERP-систем отечественной разработки является их максимальная адаптация к особенностям российских стандартов управления и учета, отсутствие необходимости перевода на русский язык технических документов, наличие (в решениях фирм «1С» и ДИЦ) встроенного языка программирования с русским интерфейсом, а также их относительно низкая стоимость по сравнению с западными системами. Тенденции развития отечественных ERP-систем таковы, что можно предположить и выход некоторых из них на международную арену. И если в 2012 году 1С-сообщество ставило перед собой задачу «догнать и перегнать Ахapta (ныне Microsoft Dynamix)» по объемам внедрений, что и реализовано на данный момент, то сейчас можно смело предположить, что в недалеком будущем отечественные производители ERP-систем будут уверенно лидировать на рынке по сравнению с западными поставщиками.

### 1.1.3 Системы управления зданием

На сегодняшний день существует большое количество различных концепций и технологий возведения объектов, в зависимости от назначения, типа, геодезических, гидрогеологических и климатических условий. Все большее распространение получают т.н. интеллектуальные системы.

Главным звеном интеллектуального здания является система управления зданием (Building Management System - BMS). Именно благодаря ней все инженерные системы работают в едином комплексе, осуществляют между собой обмен данными, контролируются, управляются из единой диспетчерской.

Система автоматизации здания (BMS – Building Management System) включает в себя ряд необходимых инженерных систем, без которых современное здание не может существовать. Основными являются:

- Системы вентиляции и кондиционирования помещений

- Системы отопления

- Системы освещения/затенения

Для повышения индекса экономической эффективности все вышеперечисленные системы замкнуты на общий пункт управления и работают в зависимости от потребностей человека и назначения здания.

В рамках все возрастающего уровня представления о комфорте особое внимание уделяется воздуху в помещениях. Автоматическая система вентиляции и кондиционирования позволяет осуществлять контроль и регулирование влажности воздуха, его чистоты и насыщенности кислородом в зависимости от тепловой нагрузки, влажности приточного и удаляемого воздуха или же по сигналу датчика присутствия и запрограммированных временных параметров.

Таким образом, помимо комфортного пребывания в помещении, заметно увеличивается процент экономии энергоресурсов, что актуально с точки зрения экологии и финансовых затрат на жизнеобеспечение здания.

Для контроля и управления всеми этими системами используется единая система диспетчеризации или BMS (Building Management System), при этом все требования к системе управления зданием, как правило, определяются стандартами, принятыми внутри той или иной сети отелей. Обычно для создания таких BMS используются технологии LonWork, BacNet и KNX/EIB, которые способны объединить все системы жизнеобеспечения здания в единую отказоустойчивую структуру.

При организации энергоснабжения отеля, помимо систем общего энергоснабжения и аварийного освещения, рекомендуется устанавливать систему бесперебойного электропитания, а также предусмотреть возможность дальнейшего наращивания энергосистемы. При строительстве гостиниц все больше российских компаний обращают внимание на создание аварийных систем энергоснабжения, ведь главная задача в работе отеля – создать комфортные и безопасные условия пребывания гостей.

На выбор системы безопасности гостиницы оказывают влияние такие параметры, как сложность планировки здания, его площадь (большая, средняя, малая) и требования заказчика к данной системе. Обычно комплексная система безопасности отеля является самостоятельным компонентом BMS и включает в себя следующие элементы:

Пожарная сигнализация:

- Пожаротушение
- Контроль доступа
- Охранно-тревожная сигнализация
- Видеонаблюдение
- Оперативная связь

Внедрение системы BMS позволяет существенно сэкономить на коммунальных платежах и «вписаться» в те энергетические ограничения, которые могут предъявлять собственнику муниципальные службы города.

## **Тема 2. Информационные системы в проектировании.**

### **Информационные технологии в проектировании, изыскательской деятельности, производстве.**

#### **2.1 Методы и средства информационных технологий**

##### **2.1.1. Сущность процесса проектирования**

Сущность процесса проектирования заключается в разработке конструкций и технологических процессов для строительства, которые должны с минимальными затратами и максимальной эффективностью выполнять предписанные им функции в требуемых условиях.

Проектирование любого технологического объекта - создание, преобразование и представление в принятой форме образа этого еще не существующего объекта. Образ объекта или его составных частей может создаваться в воображении человека в результате творческого процесса или генерироваться в соответствии с некоторыми алгоритмами в процессе взаимодействия человека и ЭВМ.

Проектирование включает в себя разработку технического предложения и (или) технического задания (ТЗ), отражающих эти потребности, и реализацию ТЗ в виде проектной документации.

Результатом проектирования, как правило, служит полный комплект документации, содержащий достаточные сведения для изготовления объекта в заданных условиях. Эта документация и есть проект, точнее, окончательное описание объекта. Следовательно, проектирование - процесс, заключающийся в получении и преобразовании исходного описания объекта в окончательное описание на основе выполнения комплекса работ исследовательского, расчетного и конструкторского характеров.

Проектирование сложных объектов основано на применении идей и принципов, изложенных в ряде теорий и подходов. Наиболее общим подходом является системный подход, идеями которого пронизаны различные методики проектирования сложных систем.

Проектирование является сложным многоэтапным процессом, в котором могут принимать участие большие коллективы специалистов, целые институты и научно-производственные объединения, а также организации заказчиков, которым предстоит эксплуатировать разработанную аппаратуру.

С точки зрения содержания решаемых задач процесс проектирования разбивают на следующие этапы:

- **системотехническое проектирование**, при котором выбираются и формулируются цели проектирования, обосновываются исходные данные и определяются принципы построения системы. При этом формируется структура проектируемого объекта, его составных частей, которыми обычно являются функционально завершенные блоки, определяются энергетические и информационные связи между составными частями. В результате формируются и формулируются частные технические задания на проектирование отдельных составных частей объекта;
- **функциональное проектирование**, имеет целью реализацию составных частей системы (комплексов, устройств, узлов). При этом оптимизируют параметры (осуществляют структурный и параметрический синтез) с точки зрения обеспечения наилучшего функционирования и эффективного производства;
- **конструирование**, называемое также техническим проектированием, решает задачи компоновки схем и размещения элементов и узлов. При этом стремятся оптимизировать принимаемые решения по конструктивно-технологическим, экономическим и эксплуатационным показателям. На этом этапе проектирования разрабатывают техническую документацию, необходимую для изготовления и эксплуатации;
- **технологическая подготовка производства** обеспечивает разработку технологических процессов изготовления отдельных блоков и всей системы в целом. На этом этапе проектирования создается технологическая документация на основе предшествующих результатов.

Каждый этап проектирования сводится к формированию описаний проектируемого изделия, относящихся к различным иерархическим уровням и аспектам его создания и работы. Этапы проектирования состоят из отдельных проектных процедур, которые заканчиваются частным проектным решением.

Типичными для проектирования процедурами являются анализ и синтез описаний различных уровней и аспектов.

Процедура анализа состоит в определении свойств заданного (или выбранного) описания. Примерами такой процедуры могут служить расчет

конструкций. Анализ позволяет оценить степень удовлетворения проектного решения заданным требованиям и его пригодность.

Процедура синтеза заключается в создании проектного решения (описания) по заданным требованиям, свойствам и ограничениям. При этом в процессе синтеза может создаваться структура объекта (структурный синтез) либо могут определяться параметры элементов, обеспечивающие требуемые характеристики (параметрический синтез).

Процедуры анализа и синтеза в процессе проектирования тесно связаны между собой, поскольку обе они направлены на создание приемлемого или оптимального проектного решения.

Типичной проектной процедурой является оптимизация, которая приводит к оптимальному (по определенному критерию) проектному решению.

Процедура оптимизации состоит в многократном анализе при целевом изменении параметров схемы до удовлетворительного приближения к заданным характеристикам. Оптимизация обеспечивает создание (синтез) проектного решения, но включает поэтапную оценку характеристик (анализ).

Проектные процедуры состоят из отдельных проектных операций. Например, в процессе анализа математических моделей приходится решать дифференциальные и алгебраические уравнения, осуществлять операции с матрицами. Такие операции могут иметь обособленный характер, но в целом они образуют единую проектную процедуру. Проектные процедуры и операции выполняются в определенной последовательности, называемой маршрутом проектирования. Маршруты проектирования могут начинаться с нижних иерархических уровней описаний (восходящее проектирование) либо с верхних (нисходящее проектирование).

Между всеми этапами проектирования существует глубокая взаимосвязь. Так, определение окончательной конструкции и разработка всей технической документации часто не могут быть выполнены до окончания разработки технологии. В процессе конструирования и разработки технологии может потребоваться коррекция принципиальных схем, структуры системы и даже исходных данных. Поэтому процесс проектирования является не только многоэтапным, но и многократно корректируемым по мере его выполнения, т. е. проектирование носит итерационный характер.

В процессе проектирования необходимо не просто создать объект, который будет обеспечивать заданное функционирование, но и оптимизировать ее по широкому спектру функциональных, конструкторско-технологических, эксплуатационных и экономических показателей. На отдельных этапах для отдельных частных задач оптимизацию можно осуществить на основе разработанных формальных математических методов. Часто на этапе проектирования трудно было предвидеть некоторые требования, вытекающие из условий эксплуатации.

Развитие проектирования базируется на системном подходе и совершенствовании процессов проектирования с применением математических методов и средств вычислительной техники, комплексной автоматизации трудоемких и рутинных проектных работ, замены макетирования и натурального моделирования математическим моделированием, использованием эффективных методов многовариантного проектирования и оптимизации, а также повышением качества управления проектированием.

### **2.1.2. Системы автоматизированного проектирования**

#### ***Структура САПР***

Как и любая сложная система, САПР состоит из подсистем. Различают подсистемы проектирующие и обслуживающие. Проектирующие подсистемы непосредственно выполняют проектные процедуры. Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования объектов, изготовления конструкторской документации, схемотехнического анализа.

Обслуживающие подсистемы обеспечивают функционирование проектирующих подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР. Типичными обслуживающими подсистемами являются:

- подсистемы управления проектными данными,
- подсистемы разработки и сопровождения программного обеспечения CASE (Computer Aided Software Engineering),
- обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР.

Структурирование САПР по различным аспектам обуславливает появление видов обеспечения САПР. Принято выделять семь видов обеспечения:

- техническое обеспечение (ТО), включающее различные аппаратные средства (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое коммутационное оборудование, линии связи, измерительные средства);
- математическое обеспечение (МО), объединяющее математические методы, модели и алгоритмы для выполнения проектирования;
- программное обеспечение (ПО), представляемое компьютерными программами для САПР;
- информационное обеспечение (ИО), состоящее из баз данных (БД), систем управления базами данных (СУБД), а также включающее другие данные, используемые при проектировании;
- лингвистическое обеспечение (ЛО), выражаемое языками общения между проектировщиками и ЭВМ, языками программирования и языками обмена данными между техническими средствами САПР;

- методическое обеспечение (МетО), включающее различные методики проектирования; иногда к МетО относят также математическое обеспечение;

- организационное обеспечение (ОО), представляемое штатными расписаниями, должностными инструкциями и другими документами, регламентирующими работу проектного предприятия.

Отметим, что вся совокупность используемых при проектировании данных называется информационным фондом САПР. Базой данных (БД) называют упорядоченную совокупность данных, отображающих свойства объектов и их взаимосвязи в некоторой предметной области. Доступ к БД для чтения, записи и модификации данных осуществляется с помощью СУБД, а совокупность БД и СУБД называют банком данных (БнД).

Классификацию САПР осуществляют по ряду признаков, например, по приложению, целевому назначению, масштабам (комплексности решаемых задач), характеру базовой подсистемы — ядра САПР.

### ***Типы САПР в области строительства.***

По целевому назначению различают САПР или подсистемы САПР, обеспечивающие разные аспекты (страты) проектирования. Так, в составе САПР появляются CAE/CAD/CAM системы.

По масштабам различают отдельные программно-методические комплексы (ПМК) САПР, например, комплекс анализа прочности изделий в соответствии с методом конечных элементов (МКЭ); системы с уникальными архитектурами не только программного (software), но и технического (hardware) обеспечений.

По характеру базовой подсистемы различают следующие разновидности САПР:

1. САПР на базе подсистемы машинной графики и геометрического моделирования. Эти САПР ориентированы на приложения, где основной процедурой проектирования является конструирование, т.е. определение пространственных форм и взаимного расположения объектов.

Поэтому к этой группе систем относится большинство САПР в области проектирования, построенных на базе графических ядер.

2. САПР на базе СУБД. Они ориентированы на приложения, в которых при сравнительно несложных математических расчетах перерабатывается большой объем данных. Такие САПР преимущественно встречаются в технико-экономических приложениях, например, при проектировании бизнес-планов, но имеют место также при проектировании объектов, подобных щитам управления в системах автоматики.

3. САПР на базе конкретного прикладного пакета. Фактически это автономно используемые программно-методические комплексы, например, имитационного моделирования производственных процессов, расчета прочности по методу конечных элементов, синтеза и анализа систем авто-

математического управления и т.п. Часто такие САПР относят к системам CAE. Примерами могут служить математические пакеты типа MathCAD.

4. Комплексные (интегрированные) САПР, состоящие из совокупности подсистем предыдущих видов. Характерными примерами комплексных САПР являются CAE/CAD/CAM-системы.

### ***Основы методологии проектирования ИС (САПР)***

В настоящее время существует необходимость формирования новой методологии построения информационных систем. Цель такой методологии заключается в регламентации процесса проектирования ИС и обеспечении управления этим процессом с тем, чтобы гарантировать выполнение требований, как к самой ИС, так и к характеристикам процесса разработки.

Внедрение методологии должно приводить к снижению сложности процесса создания ИС за счет полного и точного описания этого процесса, а также применения современных методов и технологий создания ИС на всем жизненном цикле ИС - от замысла до реализации.

Методики и средства проектирования автоматизированных систем (САПР) подразделяются на три крупных уровня, соответствующих созданию интегрированной корпоративной системы, отдельных автоматизированных систем управления, программно-методических комплексов и компонентов автоматизированных систем.

В основе различных методологий моделирования предметной области ИС лежат принципы последовательной детализации абстрактных категорий.

Обычно модели строятся на трех уровнях: на внешнем уровне (определении требований), на концептуальном уровне (спецификации требований) и внутреннем уровне (реализации требований).

Так, на внешнем уровне модель отвечает на вопрос, что должна делать система, то есть определяется состав основных компонентов системы: объектов, функций, событий, организационных единиц, технических средств.

На концептуальном уровне модель отвечает на вопрос, как должна функционировать проектируемая система? Иначе говоря, определяется характер взаимодействия компонентов системы одного и разных типов.

На внутреннем уровне модель отвечает на вопрос: «С помощью каких программно-технических средств реализуются требования к системе?» С позиции жизненного цикла ИС описанные уровни моделей соответственно строятся на этапах анализа требований, логического (технического) и физического (рабочего) проектирования.

Для каждого класса сложных ИС (САПР, ERP, геоинформационные системы и т.д.) есть фирмы, специализирующиеся на разработке программных (а иногда и программно-аппаратных) систем. Многие из них на основе одной из базовых технологий реализуют свой подход к созданию САПР и придерживаются стратегии либо тотального поставщика, либо от-

крытости и расширения системы приложениями и дополнениями третьих фирм.

К проектированию ИС непосредственное отношение имеют два направления деятельности:

- 1) собственно проектирование ИС конкретных предприятий (отраслей) на базе готовых программных и аппаратных компонентов с помощью специальных инструментальных средств разработки;

- 2) проектирование упомянутых компонентов ИС и инструментальных средств, ориентированных на многократное применение при разработке многих конкретных информационных систем.

Сущность первого направления может быть выражена словами “системная интеграция”. Разработчик ИС должен быть специалистом в области системотехники, хорошо знать международные стандарты, состояние и тенденции развития информационных технологий и программных продуктов,

владеть инструментальными средствами разработки приложений (CASE-средствами) и быть готовым к восприятию и анализу автоматизируемых прикладных процессов в сотрудничестве со специалистами соответствующей предметной области. Существует ряд фирм, специализирующихся на разработке проектов ИС (например, Price Waterhouse, Jet Info, Consistent Software и др.)

Второе направление в большей мере относится к области разработки математического и программного обеспечения для реализации функций ИС — моделей, методов, алгоритмов, программ на базе знания системотехники, методов анализа и синтеза проектных решений, технологий программирования, операционных систем и т. п.

Как собственно САПР, так и компоненты САПР являются сложными системами и при их проектировании нужно использовать один из стилей проектирования, например, нисходящее проектирование (Top-of-Design).

Четкая реализация нисходящего проектирования приводит к спиральной модели разработки (например, ПО), на каждом витке спирали блоки предыдущего уровня детализируются, используются обратные связи (альтернативой является так называемая каскадная модель, относящаяся к поочередной реализации частей системы).

Рассмотрим этапы нисходящего проектирования ИС.

Верхний уровень проектирования АС часто называют концептуальным проектированием. Концептуальное проектирование выполняют в процессе пред проектных исследований, формулировки ТЗ, разработки эскизного проекта и прототипирования (согласно ГОСТ 34.601-90, эти стадии называют формированием требований к АС, разработкой концепции АС и эскизным проектом).

1. Предпроектные исследования проводят путем анализа (обследования) деятельности предприятия (компании, учреждения, офиса), на котором создается или модернизируется АС.

При этом нужно получить ответы на вопросы: что не устраивает в существующей технологии? Что можно улучшить? Кому это нужно и, следовательно, каков будет эффект? Перед обследованием формируются и в процессе его проведения уточняются цели обследования — определение возможностей и ресурсов для повышения эффективности функционирования предприятия на основе автоматизации процессов управления, проектирования, документооборота и т.п.

Содержание обследования — выявление структуры предприятия, выполняемых функций, информационных потоков, имеющихся опыта и средств автоматизации. Обследование проводят системные аналитики (системные интеграторы) совместно с представителями организации-заказчика.

2. На основе анализа результатов обследования строят модель, отражающую деятельность предприятия на данный момент (до реорганизации).

Ее называют моделью "As Is". Далее разрабатывают исходную концепцию АС. Эта концепция включает в себя предложения по изменению структуры предприятия, взаимодействию подразделений, информационным потокам, что выражается в модели "To Be" (как должно быть).

Результаты анализа конкретизируются в ТЗ на создание АС. В ТЗ указывают потоки входной информации, типы выходных документов и предоставляемых услуг, уровень защиты информации, требования к производительности (пропускной способности) и т.п. ТЗ направляют заказчику для обсуждения и окончательного согласования.

3. Эскизный проект (техническое предложение) представляют в виде проектной документации, описывающей архитектуру системы, структуру ее подсистем, состав модулей. Здесь же содержатся предложения по выбору базовых программно-аппаратных средств, которые должны учитывать прогноз развития предприятия.

В отношении аппаратных средств и особенно ПО такой выбор чаще всего есть выбор фирмы-поставщика необходимых средств (или, по крайней мере, базового ПО), так как правильная совместная работа программ разных фирм достигается с большим трудом. В проекте может быть предложено несколько вариантов выбора. При анализе выясняются возможности покрытия автоматизируемых функций имеющимися программными продуктами и, следовательно, объемы работ по разработке оригинального ПО. Подобный анализ необходим для предварительной оценки временных и материальных затрат на автоматизацию. Учет ресурсных ограничений позволяет уточнить достижимые масштабы автоматизации, подразделить проектирование АС на работы первой, второй и т.д. очереди.

4. После принятия эскизного проекта разрабатывают прототип АС, представляющий собой набор программ, эмулирующих работу готовой системы. Благодаря прототипированию можно не только разработчикам, но и будущим пользователям АС увидеть контуры и особенности системы и, следовательно, заблаговременно внести коррективы в проект.

Как на этапе обследования, так и на последующих этапах целесообразно придерживаться определенной дисциплины фиксации и представления получаемых результатов, основанной на той или иной методике формализации спецификаций. Формализация нужна для однозначного понимания исполнителями и заказчиком требований, ограничений и принимаемых решений.

При концептуальном проектировании применяют ряд спецификаций, среди которых центральное место занимают модели преобразования, хранения и передачи информации.

Модели, полученные в процессе обследования предприятия, являются моделями его функционирования. В процессе разработки ИС модели, как правило, претерпевают существенные изменения (переход от "As Is" к "To Be") и в окончательном виде модель "To Be" рассматривают в качестве модели проектируемой АС.

Различают функциональные, информационные, поведенческие и структурные модели:

- Функциональная модель системы описывает совокупность выполняемых системой функций.
- Информационная модель отражает структуры данных — их состав и взаимосвязи.
- Поведенческая модель описывает информационные процессы (динамику функционирования), в ней фигурируют такие категории, как состояние системы, событие, переход из одного состояния в другое, условия перехода, последовательность событий, осуществляется привязка ко времени.
- Структурная модель характеризует морфологию системы (ее построение) — состав подсистем, их взаимосвязи.

Таким образом, на основании изучения особенностей функционирования строительных САПР разработаны основные методологические принципы построения и моделирования информационной технологии передачи и преобразования данных в системах автоматизированного проектирования.

### **Тема 3. Использование BIM технологий в исследовательских целях**

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, предоставляемых 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](#)

## II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### Практическая работа №1 Проектирование 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 Проектирование 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 CAD-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 проектно-исследовательской деятельности**

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности  
7-06-0732-01 Строительство  
Профилизация: Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушно-го 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 проектно-изыскательской 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 проектно-изыскательской деятельности» профилизации «Теплогазоснабжение, вентиляция и охрана воздушного бассейна» является организация процесса научной работы и проектирования с использованием компьютерных технологий; проведение исследований в области взаимодействия магистранта с компьютерными технологиям.

Задачи учебной дисциплины:

Выработать у магистрантов навыки применения современных компьютерных технологий в строительной практике и в 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 проектно-изыскательскую деятельность организаций, структуру и требования, предъявляемые к нормативным, распорядительным документам и проектной документации; применять приемы и методы для разра-

ботки концептуальных проектных решений в рамках научно-исследовательской деятельности на основе использования информационных технологий.

уметь участвовать в разработке вариантных концептуальных решений на основе научных исследований; участвовать в планировании и контроле выполнения заданий по сбору, обработке и документальному оформлению данных для разработки архитектурного концептуального проекта, уметь пользоваться приемами для подачи исследовательской работы на публичных мероприятиях.

**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<br>(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<br>(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 Теоретические и практические основы проектно-изыскательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации.

Влияние автоматизации на процесс проектирования и строительства. Основы информационного моделирования с трактовкой феноменов познания и творчества как информационных процессов. Информационные технологии в проектно-изыскательской деятельности.

#### 1.1.2. Информационные системы в проектировании.

Основные задачи, особенности и типы информационных систем и технологий. Форматы данных, алгоритмы и программные средства. Строительное проектирование, методология, возможности автоматизации.

1.1.3. Информационные технологии в проектировании, изыскательской деятельности, производстве.

Использование компьютерных технологий и средств автоматизации в смежных специальностях и других прикладных дисциплинах. Роль автоматизации в строительном процессе, проектной и изыскательской деятельности.

#### 1.1.4. Использование BIM технологий в исследовательских целях.

Методы анализа BIM модели в Revit. Основы расчет энергосбережения модели в программе Revit. Задание параметров и классификатора материалов для расчет ограждающих конструкций в Revit и ArchiCAD. Использование инструмента формы и морф для создание формообразовательной модели.

### 1.2. ЛАБОРАТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ, ИХ СОДЕРЖАНИЕ

1.2.1 Общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации. Технические средства реализации информаци-

онных 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 Проектирование в среде REVIT

1.3.2 Проектирование 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                   | Теоретические и практические основы проектно-исследовательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации | 8                           | 8                    | 8                    |                     |                                         | Устный зачет          |
| 2                   | Информационные системы в проектировании                                                                                 | 10                          | 8                    | 8                    |                     |                                         | Устный зачет          |
|                     | 2 семестр                                                                                                               |                             |                      |                      |                     |                                         |                       |
| 3                   | Информационные технологии в проектировании,                                                                             | 16                          | 10                   | 10                   |                     |                                         | Устный экзамен        |

|   |                                                           |    |    |    |  |  |                   |
|---|-----------------------------------------------------------|----|----|----|--|--|-------------------|
|   | изыскательской деятельности,<br>производстве              |    |    |    |  |  |                   |
| 4 | Использование BIM технологий<br>в исследовательских целях | 16 | 8  | 8  |  |  | Устный<br>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                   | Теоретические и практические основы проектно-изыскательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации | 2                           | 2                    | 2                    |                     |                                         | Устный зачет          |
| 2                   | Информационные системы в проектировании                                                                              | 4                           | 2                    | 2                    |                     |                                         | Устный зачет          |
|                     | 2 семестр                                                                                                            |                             |                      |                      |                     |                                         |                       |
| 3                   | Информационные технологии в проектировании, изыскательской деятельности, производстве                                | 2                           | 2                    | 2                    |                     |                                         | Устный экзамен        |
| 4                   | Использование BIM технологий в исследовательских целях                                                               | 4                           | 2                    | 2                    |                     |                                         | Устный экзамен        |
|                     | Итого                                                                                                                | 12                          | 8                    | 8                    |                     |                                         |                       |

### 3. ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1. Перечень литературы

##### Основная

1. Михалкина, Е. В. Организация проектной деятельности / Е. В. Михалкина, А. Ю. Никитаева, Н.А. Косолапова ; Южный федеральный университет; Экономический факультет. – Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2016. – 146 с. – ISBN 9785927519880. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=461973](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=461973)– Текст:электронный.
2. Мельников, С. Б. Управление проектом : «Инкорпоративное развитие территорий, направленное на повышение уровня качества жизни населения : жизнь в достатке каждого гражданина Российской Федерации» / С. Б. Мельников. – Москва, Берлин : Директ-Медиа, 2015. – 159 с.– ISBN 9785447548834. – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=288833](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=288833)– Текст : электронный.
3. 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444170).–Текст :электронный.
4. 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](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=466468)–Текст :электронный.
5. Глухих И.Н. Интеллектуальные информационные системы. Учебное пособие. -2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Проспект, 2018. – 136 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> -

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.

### 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.

| №<br>п/п | Название раздела, темы                                                                                               | Номер литературы из<br>списка         |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1        | Теоретические и практические основы проектно-изыскательской деятельности в условиях информатизации и компьютеризации | Основная: 1, 2<br>Дополнительная: 1,2 |
| 2        | Информационные системы в проектировании                                                                              | Основная: 1, 2<br>Дополнительная: 1,2 |
| 3        | Информационные технологии в проектировании, изыскательской деятельности, производстве                                | Основная: 3<br>Дополнительная: 1      |
| 4        | Использование BIM технологий в исследовательских целях                                                               | Дополнительная: 2-4                   |

[вернуться к оглавлению](#)