Министерство образования Республики Беларусь Белорусский государственный университет Факультет географии и геоинформатики Кафедра почвоведения и геоинформационных систем

СОГЛАСОВАНО	СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой	Декан факультета
Червань А.Н.	Кольмакова Е.Г.
«21» 03 2025 г.	<u>«30» 04 2025 г</u> .

Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий

Электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 6-05-0532-06 «Геоинформационные системы», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)»

Регистрационный № 2.4.2-24 / 613

Составители:

Семенюк А.С., кандидат географических наук, доцент; Михайлов С.С.

Рассмотрено и утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ 24.04.2025 г., протокол № 9.

Минск 2025

#### УДК 91:004.9(075.8) С 409

Утверждено на заседании Научно-методического совета БГУ. Протокол № 9 от 24.04.2025 г.

> Решение о депонировании вынес Совет факультета географии и геоинформатики. Протокол № 9 от 30.04.2025 г.

#### Составители:

Семенюк Александр Сергеевич, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры почвоведения и геоинформационных систем БГУ;

Михайлов Сергей Сергеевич, преподаватель кафедры почвоведения и геоинформационных систем БГУ

#### Рецензенты:

кафедра «Градостроительство» Белорусского национального технического университета (зав. кафедрой Вашкевич В.В., кандидат архитектуры, доцент);

Топаз А.А., заведующий кафедрой геодезии и космоаэрокартографии Белорусского государственного университета, кандидат географических наук, доцент.

Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМтехнологий : электронный учебно-методический комплекс для специальностей: 6-05-0532-06 «Геоинформационные системы», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)» / БГУ, Фак. географии и геоинформатики; Каф. почвоведения и геоинформационных систем ; сост.: А. С. Семенюк, С. С. Михайлов. – Минск : БГУ, 2025. – 170 с. : ил., табл. – Библиогр.: с. 169.

Электронный учебно-методический комплекс предназначен для студентов, специальностям 6-05-0532-06 «Геоинформационные обучающихся по системы», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)». Содержание ЭУМК предполагает повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов ПО освоению учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение качественной высококвалифицированных подготовки специалистов.

# оглавление

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	6
1.1. Понятие САПР	6
1.2. Виды и стадии проектирования	16
1.3. Основные принципы работы в AutoCAD	
1.4. Графические примитивы	
1.5. Редактирование в AutoCAD	
1.6. Основные функции AutoCAD Map 3D	
1.7. Топографо-геодезические работы	40
1.8. Проектирование трасс	
1.9. Преобразование изображений	51
1.10. Обзор приложений САПР	54
1.11. Понятие ВІМ-технологий	66
2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	71
2.1. Лабораторные работы	71
Задание 1. Создание карты в AutoCAD Map 3D	71
Задание 2. Работа с аннотациями в AutoCAD Map 3D	
Задание 3. Создание альбома карт в AutoCAD Map 3D	
Задание 4. Анализ данных по близости расположения с использованием буферов в AutoCAD Map 3D	110
Задание 5. Знакомство с элементами интерфейса ArchiCad 25	117
Задание 6. Создание простых пространственных объектов	124
Задание 7. Проектирование объекта недвижимости	132
3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ	155
3.1. Перечень тестов и контрольных заданий	155
3.2. Вопросы к экзамену по дисциплине	163
3.3. Организация самостоятельной работы	165
4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	166
4.1. Учебно-методическая карта	166
4.2. Рекомендуемая литература	169
4.3. Электронные ресурсы	170

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по учебной дисциплине «Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМтехнологий» предназначен для реализации требований образовательных программ, образовательного стандарта и учебного плана по специальностям 6-05-0532-06 «Геоинформационные системы», 1-56 02 02 «Геоинформационные системы (по направлениям)». Его наличие обеспечивает стабильность качества образовательного процесса и является методической основой для обеспечения эффективной самостоятельной работы студентов.

ЭУМК vчебной лисциплине «Системы по автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий» создан на научно-методическом программно-техническом соответствующих уровнях, современным информационно-коммуникационным технологиям И призван обеспечить реализацию учебных целей и задач на всех этапах образовательного процесса по данной дисциплине.

Назначение – реализация требований образовательного стандарта и учебной программы, обеспечение непрерывности и полноты процесса обучения, систематизации и контроля знаний по учебной дисциплине «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий».

Цель ЭУМК – повышение эффективности управления образовательным процессом и самостоятельной работой студентов по освоению учебной дисциплины «Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМтехнологий» с помощью внедрения в образовательный процесс инновационных образовательных технологий, обеспечение подготовки высококвалифицированных специалистов.

Область применения – на лабораторных занятиях по курсу «Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМ-технологий», в ходе самостоятельной подготовки к аудиторным занятиям, текущему и итоговому контролю знаний по разделам дисциплины.

Функциональные возможности ЭУМК средство ориентации В содержании дисциплины «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий» и порядке изучения учебного материала, освоение теоретического и практического материала, подготовка к контролю знаний. Весь материал ЭУМК структурирован по разделам таким образом, чтобы учебной дисциплине «Системы автоматизированного знаниями по проектирования с основами ВІМ-технологий» студент мог овладеть самостоятельно. ЭУМК по учебной дисциплине «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий» включает 4 теоретический, основных раздела: практический, контроля знаний И вспомогательный.

<u>Теоретический раздел</u> ЭУМК содержит конспект лекций для теоретического изучения учебной дисциплины.

<u>Практический раздел</u> ЭУМК включает задания для проведения лабораторных занятий на основе пособий:

Работа с геоданными в AutoCAD Map 3D : практикум / А. С. Семенюк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/307544. – Дата доступа: 20.03.2025.

Система автоматизированного проектирования ArchiCad 25 : практикум / Д. А. Чиж, С. С. Михайлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/320088. – Дата доступа: 20.03.2025.

<u>Раздел контроля знаний</u> ЭУМК содержит материалы к контролю знаний и к аттестации, позволяющие определить соответствие результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта и учебнопрограммной документации по специальности. Данный раздел включает: перечень тестов и контрольных заданий, вопросы к экзамену.

Вспомогательный раздел ЭУМК содержит ссылки на учебную программу по учебной дисциплине «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий».

ЭУМК учебной дисциплине «Системы по автоматизированного ВІМ-технологий» предназначен проектирования С основами ДЛЯ преподавателей. студентов, аспирантов, магистрантов. изучающих географические и архитектурные науки.

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования с основами BIM-технологий» раскрывает основы понятий «САПР» и «ВІМ-технологии»; содержит сведения о видах и стадиях проектирования; раскрывает основные принципы работы в AutoCAD и его картографическом приложении AutoCAD Map 3D: особенности проведения топографо-геодезических работ, проектирования редактирования трасс, преобразования растровых И изображений; дает широкий обзор приложений САПР; знакомит с основами управления этапами жизненного цикла зданий. В рамках дисциплины раскрыта сущность систем автоматизированного проектирования; освещены основные сферы применения САПР в науке и производстве; показаны особенности функционирования специализированного программного обеспечения САПР на примере AutoCAD Map 3D и ArchiCad 25.

## 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 1.1. Понятие САПР

Современные предприятия не смогут выжить во всемирной конкуренции, если не будут выпускать новые продукты лучшего качества, более низкой стоимости и за меньшее время. Поэтому они стремятся использовать огромные возможности памяти компьютеров, их высокое быстродействие и возможности удобного графического интерфейса для того, чтобы автоматизировать и связать друг с другом задачи проектирования и производства, которые раньше были весьма утомительными и совершенно не связанными друг с другом. Таким образом сокращается время и стоимость разработки и выпуска продукта.

Для этой цели используются технологии автоматизированного проектирования (computer-aided design – CAD), автоматизированного производства (computer-aided manufacturing – CAM) и автоматизированной разработки или конструирования (computer-aided engineering – CAE). Чтобы понять значение систем CAD/CAM/CAE, мы должны изучить различные задачи и операции, которые приходится решать и выполнять в процессе разработки и производства продукта. Все эти задачи, взятые вместе, называются *жизненным циклом продукта (product cycle)*. Пример жизненного цикла продукта – процесс разработки и процесс производства. Процесс разработки начинается с запросов потребителей, которые обслуживаются отделом маркетинга, и заканчивается полным описанием продукта, обычно выполняемым в форме рисунка. Процесс производства начинается с технических требований и заканчивается поставкой готовых изделий.

Главным достижением программного обеспечения САПР явилось создание системы послойного представления графической информации (чертежей, карт). Графическая информация типизировалась и типизированные данные помещались в отдельный слой. Каждый слой напоминал прозрачную бумагу. Совокупность слоев создавала привычную картину графической информации, но в отдельности каждый слой было удобно обрабатывать независимо от других.

Другим достижением САПР было введение так называемых «блоков» для получения проектных документов. Блоками называли типовые повторяющиеся элементы, хранящиеся в базе данных. Блок создавался независимо и вставлялся в заданные точки чертежа неограниченное число раз. Это существенно сокращало объем данного чертежа при его хранении в базе данных.

В случае редактирования блока редакция автоматически происходила во всех частях чертежа, в которых этот блок был вставлен. Этим существенно сокращались редакционные работы графического документа. Позже механизм блоков послужит основой создания библиотек условных картографических знаков.

В начале 1990-х годов стали появляться интегрированные программные продукты и интегрированные информационные системы. Информатика

становится основой подготовки различных специалистов в области обработки информации.

Кроме того, появилась потребность в информационных системах, позволяющих осуществлять глобальную интеграцию различных видов информации. Появились новые информационные технологии и системы.

Как разновидность автоматизированной интегрированной информационной системы (АИИС) любая САПР включает следующие подсистемы:

- подсистему сбора,

- подсистему хранения данных (чаще всего это база данных или экспертная система),

- подсистему обработки данных (моделирования),

- подсистему представления информации,

- телекоммуникационную подсистему.

Наличие этих подсистем определяет различные аспекты интеграции данных и методов обработки.

Далее указаны варианты расшифровки аббревиатуры «САПР».

Система автоматизированного проектирования. Наиболее популярная расшифровка. В современной технической, учебной литературе и государственных стандартах аббревиатура САПР раскрывается именно так.

Система автоматизации проектных работ. Такая расшифровка точнее соответствует аббревиатуре, однако более тяжеловесна и используется реже.

Система автоматического проектирования. Это неверное толкование. Понятие «автоматический» подразумевает самостоятельную работу системы без участия человека. В САПР часть функций выполняет человек, автоматическими являются отдельные проектные только операции И Слово «автоматизированный», процедуры. ПО сравнению co словом «автоматический», подчёркивает участие человека в процессе.

**Программное средство для автоматизации проектирования**. Это излишне узкое толкование. В настоящее время часто понимают САПР лишь как прикладное программное обеспечение для осуществления проектной деятельности. Однако в отечественной литературе и государственных стандартах САПР определяется как более ёмкое понятие, включающее не только программные средства.

Для перевода САПР на английский язык зачастую используется аббревиатура CAD (англ. computer-aided design), подразумевающая использование компьютерных технологий в проектировании. Однако в ГОСТ 15971-90 ЭТО словосочетание приводится как стандартизированный англоязычный эквивалент термина «автоматизированное проектирование». Понятие CAD не является полным эквивалентом САПР как организационнотехнической системы. Термин САПР на английский язык может также переводиться как CAD system, automated design system, CAE system.

В рамках жизненного цикла промышленных изделий САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.

Основная цель создания САПР — повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращение трудоёмкости проектирования и планирования;

- сокращение сроков проектирования;

- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;

- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;

- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Основные задачи САПР:

- автоматизация оформления документации;

- информационная поддержка и автоматизация процесса принятия решений;

- использование технологий параллельного проектирования;

- унификация проектных решений и процессов проектирования;

- повторное использование проектных решений, данных и наработок;

- стратегическое проектирование;

- замена натурных испытаний и макетирования математическим моделированием;

- повышение качества управления проектированием;

- применение методов вариантного проектирования и оптимизации.

По ГОСТ 23501.101-87, составными структурными частями САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами систем и создаваемые как самостоятельные системы. Каждая подсистема – это выделенная по некоторым признакам часть САПР, обеспечивающая выполнение некоторых функционально-законченных последовательностей проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов. По назначению подсистемы САПР разделяют на два вида: проектирующие (функциональные) и обслуживающие.

Структурными составляющими САПР являются подсистемы, обладающие всеми свойствами системы и создаваемые как самостоятельные системы. Это CAΠP, обеспечивающие некоторым признакам части выделенные ПО законченных выполнение некоторых проектных задач с получением соответствующих проектных решений и проектных документов.

Различают подсистемы функциональные (проектирующие) и обеспечивающие (обслуживающие).

Обеспечивающие, сервисные подсистемы предоставляют необходимые ресурсы для работы функциональных подсистем, их совокупность часто называют системной средой (или оболочкой) САПР.

Типичными обеспечивающими подсистемами являются подсистемы управления проектными данными, управления процессом проектирования, пользовательского интерфейса для связи разработчиков с ЭВМ, CASE (Computer Aided Software Engineering) для разработки и сопровождения программного обеспечения САПР, обучающие подсистемы для освоения пользователями технологий, реализованных в САПР.

Функциональные подсистемы непосредственно выполняют проектные процедуры. Примерами функциональных подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, изготовления конструкторской документации, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Функциональные подсистемы выполняют проектные процедуры и операции, используя при этом, в общем случае, все средства обеспечивающих подсистем.

К объектным подсистемам относят подсистемы, выполняющие одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависимых от конкретного объекта проектирования. Например, подсистема проектирования технологических систем; подсистема моделирования динамики, проектируемой конструкции и др.

К универсальным относят подсистемы, выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции. Например, подсистема расчетов деталей машин; подсистема расчетов режимов резания; подсистема расчета техникоэкономических показателей и др.

**Проектирующие (функциональные) подсистемы** – объектноориентированные подсистемы, реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач. В зависимости от отношения к объекту проектирования, делятся на:

*Объектные* – выполняющие проектные процедуры и операции, непосредственно связанные с конкретным типом объектов проектирования.

*Инвариантные* – выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции, имеющие смысл для многих типов объектов проектирования.

Примерами проектирующих подсистем могут служить подсистемы геометрического трехмерного моделирования механических объектов, схемотехнического анализа, трассировки соединений в печатных платах.

Функционирование САПР возможно только при наличии и взаимодействии всех перечисленных обеспечивающих подсистем.

подсистема, Каждая В свою очередь, состоит ИЗ компонентов, обеспечивающих функционирование подсистемы. Компонент выполняет определенную функцию в подсистеме и представляет собой наименьший (неделимый) самостоятельно разрабатываемый или покупной элемент САПР (программа, файл модели транзистора, графический дисплей, инструкция и т. п.).

Структурное единство подсистем САПР обеспечивается строгой регламентацией связей между различными видами обеспечения, объединенных общей для данной подсистемы целевой функцией.

Согласно видам обеспечения выделяют соответствующие обеспечивающие подсистемы (ОП).

Совокупность однотипных компонентов образует средство обеспечения САПР. Выделяют следующие виды обеспечения САПР:

- аппаратно-техническое;

- математическое;

- программное;
- информационное;
- лингвистическое;
- инструктивно-методическое;
- организационно-технологическое;
- эргономическое;
- правовое.

Аппаратно-техническое обеспечение представляет собой совокупность взаимосвязанных и взаимодействующих технических средств для ввода, хранения, переработки, передачи программ и данных (ЭВМ, периферийные устройства, сетевое оборудование, линии связи, измерительные средства).

Математическое обеспечение (МО) включает в себя математические модели (ММ), методы и алгоритмы, необходимые для выполнения автоматизированного проектирования.

Математическое обеспечение САПР реализуется в виде программ и сопровождающей документации. На основе математического обеспечения решаются все задачи в САПР: постановка проблемы, организация вычислительного процесса и диалога человек – ЭВМ, анализ, синтез, техническое проектирование и т. д. Математическое обеспечение САПР делят на две основные составляющие: обслуживающую (общую) и проектирующую (специальную).

Количество частей обслуживающей составляющей математического обеспечения САПР увеличивается вместе с прогрессом теории и практики САПР.

Проектирующая или специальная составляющая математического обеспечения САПР содержит средства решения прикладных задач, на которые ориентирована САПР. Решение прикладных задач основывается на математическом моделировании объектов проектирования.

Лингвистическое обеспечение (ЛО) – совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога «проектировщик – ЭВМ» и обмена данными между техническими средствами САПР. Включает термины, определения, правила формализации естественного языка, методы сжатия и развертывания.

В лингвистическом обеспечении выделяют класс различного типа языков проектирования и моделирования (VHDL, VERILOG, UML, GPSS).

Программное обеспечение (ПО) – совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, реализующих задачи САПР.

ПО подразделяется на общесистемное, базовое и прикладное.

Общесистемное – ОС, оболочки и среды (не отражают спецификации САПР). Общесистемное ПО предназначено для управления компонентами технического обеспечения и обеспечения функционирования прикладных программ. Примером компонента общесистемного ПО является операционная система.

Базовое ПО – мониторная система – комплекс программ, управляющих прикладным ПО.

**Прикладное** ПО – обычно набор пакетов прикладных программ, предназначенных для реализации тех или иных проектных процедур. Прикладное ПО реализует математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур. Включает пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов (модуль проектирования трубопроводов, пакет схемотехнического моделирования, геометрический решатель САПР).

Информационное обеспечение (ИО) – совокупность справочных данных, необходимых в данной предметной области – совокупность сведений, Состоит необходимых выполнения проектирования. для ИЗ описания стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, комплектующих изделий и их моделей, правил и норм проектирования. Основная часть ИО САПР – базы данных. В БД хранится вся информация, которую можно записывать, а затем извлекать. Пополнение БД выполняется специалистами при обслуживании САПР.

Инструктивно-методическое обеспечение (ИМО) совокупность документов, характеризующих состав, функционирование правила И эксплуатации САПР (содержит последовательную методику решения задач Это использования пакета). описание проектирования И технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов. Включает в себя:

- теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах;

- методы анализа, синтеза систем и их составных частей;

- различные методики проектирования.

Иногда к ИМО относят также МО и ЛО.

Организационно-технологическое обеспечение (ОТО) – совокупность документов, регламентирующих взаимодействие проектной организации с комплексом средств автоматизированного проектирования.

ОТО определяет состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования.

В ОТО входят положения, квалификационные требования, штатные расписания, инструкции, приказы, должностные инструкции, правила эксплуатации, приказы, положения и т. п.

Эргономическое обеспечение объединяет взаимосвязанные требования, направленные на согласование психологических, психофизиологических, антропометрических характеристик и возможностей человека с техническими характеристиками средств автоматизации и параметрами рабочей среды на рабочем месте.

Правовое обеспечение состоит из правовых норм, регламентирующих правоотношения при функционировании САПР, и юридический статус результатов её функционирования.

Таким образом, САПР – система, объединяющая технические средства, математическое и программное обеспечение, параметры и характеристики которых выбирают с максимальным учетом особенностей задач инженерного проектирования и конструирования.

Целью создания САПР некоторого класса изделий является обеспечение полноты всех функций по проектированию, необходимых пользователю для получения проекта. Конкретная САПР предназначена для решения задач в определенной предметной области (например, САПР печатных плат).

Наиболее представительными и широко используемыми являются следующие группы САПР.

САПР общего для применения отраслях машиностроения В (машиностроительные САПР – AutoCAD). MCAD (англ. mechanical computeraided design) – автоматизированное проектирование механических устройств. машиностроительные САПР, применяются в автомобилестроении, Это судостроении, авиакосмической промышленности, производстве товаров народного потребления, включают в себя разработку деталей и сборок (механизмов) с использованием параметрического проектирования на основе конструктивных элементов, технологий поверхностного И объемного моделирования (SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, САТІА);

САПР для радиоэлектроники (Electronic CAD - P-CAD) системы. EDA (англ. electronic design automation) или ECAD (англ. electronic computer-aided design) – САПР электронных устройств, радиоэлектронных средств, интегральных схем, печатных плат и т. п. (Altium Designer, OrCAD);

САПР в области архитектуры и строительства (ArchiCAD). AEC CAD (англ. architecture, engineering and construction computer-aided design) или CAAD (англ. computer-aided architectural design) – САПР в области архитектуры и строительства. Используются для проектирования зданий, промышленных объектов, дорог, мостов и проч. (Autodesk Architectural Desktop, AutoCAD Revit Architecture Suite, Bentley MicroStation, Bentley AECOsim Building Designer, Piranesi, ArchiCAD).

Кроме того, известно большое число специализированных САПР, или выделяемых в указанных группах, или представляющих самостоятельную ветвь в классификации. Например, САПР больших интегральных схем, САПР летательных аппаратов, САПР электрических машин, и т. д.

Так, в составе машиностроительных САПР появляются CAE/CAD/CAM системы:

конструкторские САПР общего машиностроения, часто называемые просто САD (Computer Aided Design) – средства автоматизированного проектирования, в контексте указанной классификации термин обозначает средства САПР, предназначенные для автоматизации двумерного и/или трехмерного геометрического проектирования, создания конструкторской и/или технологической документации, и САПР общего назначения. САDD (англ. computer-aided design and drafting) – проектирование и создание чертежей. CAGD (англ. computer-aided geometric design) – геометрическое моделирование.

технологические САПР общего машиностроения, иначе называемые автоматизированными системами технологической подготовки производства или системами САМ (Computer Aided Manufacturing).

САПР функционального проектирования, или САЕ (Computer Aided Engineering) – средства автоматизации инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов, осуществляют динамическое моделирование, проверку и оптимизацию изделий. САА (англ. computer-aided analysis) – подкласс средств САЕ, используемых для компьютерного анализа.

САПР информационной поддержки производства, или PDM (Product Data Management) – средства технологической подготовки производства изделий, обеспечивают автоматизацию программирования и управления оборудования с ЧПУ или ГАПС (гибких автоматизированных производственных систем). Русским аналогом термина является АСТПП – автоматизированная система технологической подготовки производства. САРР (англ. computer-aided process planning) – средства автоматизации планирования технологических процессов, применяемые на стыке систем САD и САМ.

Многие системы автоматизированного проектирования совмещают в себе решение задач. относящихся к различным аспектам проектирования CAD/CAE/CAM. Такие CAD/CAM. CAD/CAE. системы называют комплексными, или интегрированными. С помощью CAD-средств создаётся геометрическая модель изделия, которая используется в качестве входных данных в системах САМ, и на основе которой в системах САЕ формируется требуемая для инженерного анализа модель исследуемого процесса.

Крупнейшим в мире поставщиком программного обеспечения ДЛЯ промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации является компания Autodesk, Inc. Начиная с 1982 года Autodesk был разработан широкий компанией спектр решений лля конструкторов, позволяющих архитекторов, инженеров, ИМ создавать цифровые модели. Texhonoruu Autodesk используются для визуализации, моделирования и анализа поведения разрабатываемых конструкций на ранних стадиях проектирования и позволяют не просто увидеть модель на экране, но и испытать её.

В России и странах СНГ наиболее широко распространен программный пакет AutoCAD (http://www.autodesk.ru/). Разработанный Autodesk более 40 лет назад, он долгое время отвечал самым взыскательным требованиям проектировщиков. Но на сегодняшний день, обладая богатым инструментарием и возможностями адаптации к требованиям пользователя, он уже не удовлетворяет потребностям большинства проектировщиков. Этот пакет может применяться лишь при разработке очень малых и достаточно простых проектов, автоматизируя только рутинную работу кульмана и не более того. Современному проектировщику нужно гораздо больше, чем просто быстрое и красивое выполнение чертежей.

В связи с описанной выше ситуацией фирма Autodesk продолжила развитие линейки своих продуктов, выпустив приложение для архитектурностроительного проектирования Autodesk Architectural Desktop. Программа ориентирована на профессиональных архитекторов и специалистов в области промышленного и гражданского строительства. Мощные специализированные функции продукта сэкономят время и улучшат управление проектами. При этом поддерживаются традиционные приемы и способы построения объектов. Гибкость в работе, возможность проектирования различных сооружений вплоть до мельчайших деталей и привычная среда AutoCAD наилучшим образом подходят для решения различных архитектурных задач.

Дальнейшим paзвитием Autodesk Architectural Desktop является программа Autodesk Building Systems, 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.

Architectural Autodesk **Studio** инструмент концептуального проектирования и мультимедийной обработки проектных данных. Этот программный продукт предназначен для архитекторов других И профессионалов в сфере строительства, дизайна и архитектуры. Architectural Studio воссоздает инструменты И методы традиционной студии проектирования, повторяя в цифровом облике традиционную технику черчения от руки, принятую у художников и архитекторов, делая их работу более продуктивной. Прямое воздействие на объекты уникальными инструментами позволяет интуитивно почувствовать поведение объектов и управлять ими в реальном времени в любой точке мира благодаря веб-технологиям.

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

Несмотря на все мощные средства проектирования и визуализации, в САПР является именно получение выходной ключевым моментом 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 обозначения, выноски, отметки, линии обрыва, условные виды, координационные оси, штриховку и многое другое. При этом все объекты

14

являются «интеллектуальными» и могут быть легко отредактированы как с помощью «ручек», так и специальных диалоговых окон.

ArchiCAD (http://www.archicad.ru/) – программное обеспечение компании Graphisoft, является на данный момент одной из лучших систем архитектурностроительного проектирования, которое с помощью концепции Виртуального Здания (Virtual Building) реализует уникальную технологию информационного моделирования зданий. 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.

Российская фирма Еврософт предлагает ArCon «Архитектура и дизайн» (http://www.eurosoft.ru/) – программный продукт для архитекторов, дизайнеров, специалистов в области недвижимости, предназначенный для профессионального проектирования и оформления домов, квартир, помещений и внутренней обстановки. Особая популярность программы ArCon обеспечена преимуществами в скорости создания проекта и качественной архитектурной визуализации.

Строительство всегда развивалось В ногу с научно-техническим прогрессом, но совершенствование программных средств далеко опережает квалификацию специалистов, призванных использовать их в своей работе. Сеголня наблюдается современные часто картина, когда И многофункциональные простаивают комплексы или используются незначительно из-за низкого уровня подготовки пользователей.

проблема заключается в использовании пиратских Другая копий программных продуктов. В этом случае пользователи лишают себя любой регулярного технической поддержки co стороны разработчиков: нет обновления программ, технической документации и квалифицированного обучения. Покупая нелицензионное программное обеспечение, пользователи лишают финансовой поддержки разработчиков, что в свою очередь тормозит развитие программ.

Указанные выше проблемы развития САПР могут быть причиной неправильного подбора программных средств автоматизации. Без предварительного исследования предприятия и квалифицированной помощи специалистов невозможно правильно выбрать программные средства, которые не только бы решали поставленные задачи, но и обеспечивали полную комплексную автоматизацию. В противном случае, вложение средств в автоматизацию может обернуться простоем программ или только решением очень узких задач на предприятии.

Перспективой развития САПР, кроме решения указанных проблем, является тесная интеграция с программами смежных направлений. Суть этого процесса заключается, например, во взаимосвязи между чертежными и расчетными программами. Если после проектирования здания необходимо рассчитать смету, передать данные в бухгалтерскую программу или произвести расчет каких-либо конструкций, программы должны быть взаимосвязаны. Такая интеграция позволит автоматизировать в едином информационном пространстве все стадии строительства и проектирования.

### 1.2. Виды и стадии проектирования

Процесс проектирования осуществляется системой проектирования, т. е. совокупностью взаимодействующих друг с другом проектировщиков и необходимых для проектирования технических средств.

Система – совокупность элементов, объединенных единством цели и иерархией взаимоотношений. Частью системы может быть элемент или другая система (подсистема). В технике рассматриваются сложные технические системы (СТС). Понятие сложности определяется наличием подсистем различной физической природы. Каждая подсистема может выполнять свою подцель, но в результате все они работают на единую цель всей системы.

По существу, системы проектирования могут рассматриваться как человеко-машинные многоконтурные, многомерные системы сложные управления с обратной связью, требующие сбора, передачи, переработки и использования информации для достижения цели проектирования. Они должны быть подчинены тому или иному критерию оптимизации, например, критерию наименьшей продолжительности или максимального быстродействия при быстрейшей ограниченных затратах, критерию окупаемости или спроектированной системы и т. д.

Вначале термин «автоматизация проектирования» применялся во всех тех случаях, когда ЭВМ использовали для расчетов, связанных с проектированием. Но сейчас этот термин приобрел более специфический смысл, относящийся к интерактивным системам, в которых проектировщик и ЭВМ при решении задач проектирования взаимодействуют друг с другом. При помощи автоматизации проектирования проектирования результаты объектов, В которых использовались новые идеи и технические средства, могут быстро сообщаться проектировщику в удобной для него форме. Благодаря этому за короткий промежуток времени можно глубоко проникнуть в суть проблем, связанных с проектированием. Автоматизация проектирования также позволяет создавать необходимую документацию и проверять полученные результаты. Таким образом, сегодня речь идет о создании так называемых, интеллектуальных человеко-машинных систем, в рамках которых возможно выполнение всего цикла проектных работ, начиная от научных исследований и кончая изготовлением конструкторской и технологической документации, а в ряде случаев – макетов или опытных образцов. Причем, «интеллектуальность» таких систем определяется тем, в какой степени эта система способствует раскрытию и использованию интеллектуальных возможностей человека, его знаний и опыта как специалиста, освобождая его от механической и нетворческой работы.

Таким образом, автоматическим проектированием называют проектирование, при котором все преобразования описаний объекта и алгоритма его функционирования осуществляются без участия человека. Автоматическое проектирование возможно лишь в отдельных частных случаях для сравнительно несложных объектов.

Одним из наиболее зрелых подходов к автоматизации производства является числовое программное управление (ЧПУ, numerical control – NC). ЧПУ заключается в использовании запрограммированных команд для управления станком, который может шлифовать, резать, фрезеровать, штамповать, изгибать и иными способами превращать заготовки в готовые детали. В наше время компьютеры способны генерировать большие программы для станков с ЧПУ на основании геометрических параметров изделий из базы данных САD и дополнительных сведений, предоставляемых оператором. Исследования в этой области концентрируются на сокращении необходимости вмешательства оператора.

Еще одна важная функция систем автоматизированного производства – программирование роботов, которые могут работать на гибких автоматизированных участках, выбирая и устанавливая инструменты и обрабатываемые детали на станках с ЧПУ. Роботы могут также выполнять свои собственные задачи, например, заниматься сваркой, сборкой и переносом оборудования и деталей по цеху.

Планирование процессов также постепенно автоматизируется. План процессов может определять последовательность операций по изготовлению устройства от начала и до конца на всем необходимом оборудовании. Хотя полностью автоматизированное планирование процессов, как уже отмечалось, практически невозможно, план обработки конкретной детали вполне может быть сформирован автоматически, если уже имеются планы обработки аналогичных деталей. Для этого была разработана технология группировки, позволяющая объединять схожие детали в семейства. Детали считаются подобными, если они имеют общие производственные особенности (гнезда, пазы, фаски, отверстия и т. д.). Для автоматического обнаружения схожести деталей необходимо, чтобы база данных CAD содержала сведения о таких особенностях. Эта задача осуществляется при помоши объектноориентированного моделирования или распознавания элементов.

Вдобавок, компьютер может использоваться для того, чтобы выявлять необходимость заказа исходных материалов и покупных деталей, а также определять их количество исходя из графика производства. Называется такая деятельность планированием технических требований к материалу (material requirements planning – MRP). Компьютер может также использоваться для контроля состояния станков в цехе и отправки им соответствующих заданий.

Программы для кинематических расчетов, например, способны определять траектории движения и скорости звеньев в механизмах. Программы динамического анализа с большими смещениями могут использоваться для определения нагрузок и смещений в сложных составных устройствах типа

автомобилей. Программы верификации и анализа логики и синхронизации имитируют работу сложных электронных цепей.

По всей видимости, из всех методов компьютерного анализа наиболее широко в конструировании используется *метод конечных элементов (finiteelement method – FEM)*. С его помощью рассчитываются напряжения, деформации, теплообмен, распределение магнитного поля, потоки жидкостей и другие задачи с непрерывными средами, решать которые каким-либо иным методом оказывается просто непрактично. В методе конечных элементов аналитическая модель структуры представляет собой соединение элементов, благодаря чему она разбивается на отдельные части, которые уже могут обрабатываться компьютером.

Как отмечалось ранее, для использования метода конечных элементов нужна абстрактная модель подходящего уровня, а не сама конструкция. Абстрактная модель отличается от конструкции тем, что она формируется путем исключения несущественных деталей и редуцирования размерностей. Например, трехмерный объект небольшой толщины может быть представлен в виде двумерной оболочки. Модель создается либо в интерактивном режиме, либо автоматически. Готовая абстрактная модель разбивается на конечные элементы, образующие аналитическую модель. Программные средства, позволяющие конструировать абстрактную модель и разбивать ее на конечные элементы, называются препроцессорами (preprocessors). Проанализировав каждый элемент, компьютер собирает результаты воедино и представляет их в визуальном формате. Например, области с высоким напряжением могут быть вылелены красным цветом. Программные средства, обеспечивающие визуализацию, называются постпроцессорами (postprocessors).

Главное достоинство методов анализа и оптимизации конструкций заключается в том, что они позволяют конструктору увидеть поведение конечного продукта и выявить возможные ошибки до создания и тестирования реальных прототипов, избежав определенных затрат. Поскольку стоимость конструирования на последних стадиях разработки и производства продукта экспоненциально возрастает, ранняя оптимизация и усовершенствование (возможные только благодаря аналитическим средствам САЕ) окупаются значительным снижением сроков и стоимости разработки.

Таким образом, технологии САD, САМ и САЕ заключаются в автоматизации и повышении эффективности конкретных стадий жизненного цикла продукта. Развиваясь независимо, эти системы еще не до конца реализовали потенциал интеграции проектирования и производства. Для решения этой проблемы была предложена новая технология, получившая название компьютеризованного интегрированного производства (computerintegrated manufacturing – CIM). СІМ пытается соединить «островки автоматизации» вместе и превратить их в бесперебойно и эффективно работающую систему. СІМ подразумевает использование компьютерной базы данных для более эффективного управления всем предприятием, в частности бухгалтерией, планированием, доставкой и другими задачами, а не только проектированием и производством, которые охватывались системами САD,

18

САМ и САЕ. СІМ часто называют философией бизнеса, а не компьютерной системой. Здесь технологии СІМ рассматриваться не будут.

В общем случае процесс проектирования предполагает прохождение ряда обязательных стадий:

- предпроектное исследование;
- разработка технического задания;
- разработка технического предложения;
- эскизное проектирование;
- техническое проектирование;
- результат проектирования (опытный образец);
- рабочее проектирование.

Предпроектное исследование (выполняет заказчик). Здесь выполняется анализ потребностей внешней среды в новом изделии, также ведется поиск возможного аналога, т. е. может быть сделан вывод о необходимости модернизации существующего изделия. Результатом является документ ИТ (исходные требования), в котором отражается информация о наличии и характеристиках изделия.

Разработка технического задания (ТЗ) обычно ведется заказчиком на основе собственных ИТ. ТЗ содержит основные характеристики изделия: габариты, вес, энергопотребление. В составе ТЗ производится уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описываются требования к дизайну, экономическим показателям. Часто ТЗ требует уточнения исполнителем либо разрабатывается совместно заказчиком и исполнителем до полного согласования и достижения ясности поставленных задач проектирования.

Разработка предложения технического  $(\Pi T)$ (уточненного T3). Уточненное ТЗ или ПТ разрабатывает исполнитель проекта, где отражает свое проблемы. Результатом виление является документ УТЗ. который подписывается исполнителем и заказчиком. Пункты 2 и 3 могут находиться в итерации. Бывает, что на этом процесс заканчивается, если заказчик требует невозможного.

Эскизное проектирование (ЭП). Выполняется на основе УТЗ. Здесь моделируются отдельные принципиальные узлы будущего изделия, отрабатываются математические модели поведения. Анализируется И доказывается реальная возможность создания будущего изделия. Проводятся многовариантные испытания, часто строятся физические модели. Результатом стадии ЭП являются уточненные технико-экономические характеристики будущего изделия, принципиальный состав узлов, детализованные проработки важнейших составных частей (схемы, чертежи), возможно макеты. В отдельных случаях процесс проектирования может быть закончен, прерван за бесперспективностью (отрицательный результат), либо продолжен.

**Техническое проектирование** (ТП). Здесь прорабатываются полностью все компоненты изделия: дизайн корпуса, разрабатываются все части проекта. ТП содержит результаты полной параметрической оптимизации, все чертежи,

схемы узлов, полное описание функционирования изделия, описание режимов работы.

**Результат проектирования** – полная конструкторская документация и, как правило, опытный образец.

Проектная организация может завершить работу на стадии ТП, передав документацию заказчику, который передает в производственные предприятия (размещает заказ), где технический проект доводят до рабочего проекта (РП).

**Рабочее проектирование** (РП). Рабочий проект – полный комплекс документов для промышленного выпуска (массовый выпуск изделия).

Этапом проектирования называют часть стадии, включающая разработку одного или нескольких аспектов будущего изделия.

При разработке САПР выполняются следующие процедуры:

- проводится поиск в БД конструкторской документации известных проектных решений, аналогов изделия (проекта);

- при необходимости проводится создание новой конструкции изделия (инженерный синтез);

- проводится анализ разработки на соответствие заданным требованиям (инженерный анализ);

- формируется конструкторская документация.

Синтез и анализ могут повторяться.

**Проектирование** – это процесс моделирования инженерной конструкции или технологического процесса, позволяющий провести некую техническую идею до её инженерной модели. Результатом этого процесса является проект, который представляет из себя, как правило, графическую часть (чертежи, схемы) и пояснительную записку (описание назначения изделия, функции, технические характеристики и т. д.). В зависимости от характера целевого объекта проектирование может быть либо чисто дескриптивным моделированием (в случае конструкции), либо дескриптивно-алгоритмическим (если объектом проектирования является процесс).

Алгоритм проектирования – совокупность предписаний, необходимых для выполнения проектирования. Алгоритм проектирования может быть общим (для определенного класса объектов) и специальным (для одного объекта). Под выполнением проектирования понимается нахождение результата проектирования.

**Результат проектирования** – проектное решение (совокупность проектных решений), удовлетворяющее заданным требованиям, необходимое для создания объекта проектирования. В заданные требования должны быть включены требования к форме представления проектного решения.

**Проектное решение** – промежуточное или конечное описание объекта проектирования, необходимое и достаточное для рассмотрения и определения дальнейшего направления или окончания проектирования.

**Типовое проектное решение** – уже существующее проектное решение, используемое при проектировании.

Информационная модель – модель объекта, представленная в виде информации, описывающей существенные для данного рассмотрения

параметры и переменные величины объекта, связи между ними, входы и выходы объекта и позволяющая путём подачи на модель информации об изменениях входных величин моделировать возможные состояния объекта.

Информационная модель (в широком, общенаучном смысле) – совокупность информации, характеризующая существенные свойства и состояния объекта, процесса, явления, а также взаимосвязь с внешним миром.

Понятие «информационной модели» как некоторого целенаправленного формализованного отображения существующей системы информации лежит в основе большинства используемых методов обработки в информационных системах.

Информационная модель обеспечивает формализованное представление (алгебраическое, графическое и др.) используемых данных и их взаимосвязей и содержит несколько уровней описания:

- предметный, связанный с областью обработки информации;

- системный, связанный с методом организации и способами обработки;

- базовый, определяемый выбором базовых моделей данных, не зависящих от области применения информационной модели.

Переход от информации к информационным ресурсам означает переход от совокупности разрозненных данных к совокупности взаимосвязанных моделей, обладающих свойством ресурсности. Это отличает модели данных от моделей информационных ресурсов.

Ресурсность модели заключается в свойстве накопления информации (опыта) и возможности использования накопленной информации для изменения своих возможностей. Ресурсность модели означает возможность повышения качества информации и расширяет возможность применения модели.

Основными характеристиками качества информации наряду с общепринятыми для других видов продукции являются: репрезентативность, содержательность, прагматизм, достаточность, точность, актуальность, устойчивость. Те же самые характеристики применимы для информационных ресурсов.

Ресурсность информационных моделей позволяет по мере накопления данных (информации) улучшать качество информационных ресурсов.

Таким образом, качественное повышение информации возможно за счет организации ее как ресурса, т. е. организации как совокупности моделей, обладающих свойством накопления и использования данных для улучшения решений, получаемых с помощью этих моделей.

В настоящее время под интеллектуализацией компьютерных технологий понимают два направления их развития. Первое направление направлено на развитие интерфейса и упрощения процесса общения человека и компьютера, постоянного расширения доли машины в совместной с человеком деятельности по решению задачи, выдачи подсказок и рекомендаций в критических или тупиковых ситуациях. Однако решение в этих технологиях остается за человеком. Второе направление основано на том, что главное решение принимает компьютер, а человек лишь контролирует процесс обработки. Наибольшее применение такой подход получил в системах проектирования сложных объектов, в современных системах поддержки принятия решений (OLAP).

Таким образом, развитие компьютерных технологий привело к расширению понятия информационная модель. Появилось три класса информационных моделей: информационно-описательные, информационноресурсные, интеллектуальные.

Информационно-описательные (дескриптивные) модели построены как описание некого процесса, явления, объекта, сущности и выполняют функции информационного сообщения (файл, текстовый документ, речевое сообщение, рисунок и т.п.). Они получили наиболее широкое распространение в неавтоматизированных технологиях.

Информационно-ресурсные модели способны аккумулировать данные для собственного улучшения и оптимизации. Примером информационно-ресурсных моделей могут быть модели базы данных, человеческая память. Данный класс способностью моделей. В отличие от первого, обладает к самосовершенствованию при поступлении новой информации. Он должен некий механизм, связывающий разрозненные содержать данные, что упорядочивает их хранение, анализ и обновление. Использование этих моделей позволяет получать новые информационные совокупности. Сходство первого и второго класса моделей заключается в их «пассивности». Это означает, что всякое их изменение (обновление, актуализация) осуществляется при внешнем воздействии на модель.

Интеллектуальные моделей, обладающих модели это класс информацию, способностью накоплению самосовершенствованию К И осуществлению действий независимо от субъекта или объекта, создавшего эти модели. Примером этих моделей могут быть базы знаний, некоторые типы компьютерных вирусов, модели реакции человека на воздействие внешней среды. Третий класс моделей, в отличии от первых двух, является активным. Модели данного класса наиболее совершенны из числа информационноресурсных моделей. Они дополняются механизмом накопления знаний, позволяющим осуществлять активные действия без соответствующих запросов к этим моделям.

Информационное моделирование заключается в умении построения информационных моделей и их анализа для изучения объектов реального мира. Информационное моделирование можно рассматривать как современную информационную технологию. Оно включает умение создавать, интерпретировать и моделировать различные информационные модели.

Информационное моделирование начинается с предварительной структуризации предметной области: объекты реального мира подвергаются классификации, фиксируется совокупность подлежащих отображению в базе данных типов объектов.

Предметная область представляет собой структурированную совокупность информационных компонентов, отображающую рассматриваемую сферу

деятельности информационного объекта. Предметная область считается определенной в тех случаях, когда известны существующие в ней объекты, их свойства и отношения.

Современное информационное моделирование требует умения работать с информацией не только как с данными, но и осуществлять качественный переход от информационных описательных моделей к ресурсным, от ресурсных к интеллектуальным. По этой причине можно утверждать, что информационное моделирование есть основа будущей интеллектуализации общества, связующее звено между информационным и интеллектуальным обществом.

Базовыми категориями здесь являются объект моделирования и метод моделирования.

Объектом моделирования может быть объект окружающего пространства, модель объекта, набор данных, система, процесс, решение задачи, прогнозная оценка и т. п.

Для каждого типа объектов выявляется совокупность свойств. Посредством этих свойств описываются конкретные объекты этого типа в базе данных и виды отношений (взаимосвязей) между этими объектами. Затем решаются вопросы о том, какая информация об объектах должна быть представлена в базе данных и как ее представить с помощью данных.

Метод моделирования определяется набором допустимых условий и правил осуществления преобразований над объектами моделирования.

Классификация означает определение классов (подклассов, групп) моделей и преобразований над ними, определение свойств классов и ограничений.

Концепция отношений означает определение и выбор классов отношений между объектами. Отношения могут быть различными: пространственные, временные, функциональные, логические, вероятностные, организационные, количественные, качественные. Они отражают многоаспектность объектов и связей между ними. Отдельные отношения становятся доминирующими в конкретных предметных областях. Например, в геоинформатике доминирующими становятся пространственно-временные отношения.

Системный подход основан на абстрактном рассмотрении объектов моделирования и связей между их элементами на основе обобщенного использования понятия «система». Этим понятием может быть обозначен, объект, процесс, набор данных, модель. При системном анализе выявляются наиболее общие части структуры, связи и отношения между элементами системы. Все это можно определить понятием «элементы системы». Выявленные элементы служат основой дальнейшей детализации системы. Системный подход дает обобщенное представление объекта моделирования в виде системы. Дальнейшую детализацию осуществляет структурный анализ.

Структурный анализ основан на рассмотрении элементов объектов моделирования на основе функционального описания. Таким образом, структурный анализ означает переход с уровня абстракций на уровень функций. Структурный анализ позволяет представить структуру объекта

моделирования как совокупность функциональных блоков, преобразующих информационные модели.

В отличие от системного анализа, оперирующего абстрагированными данными, структурный оперирует с реальными данными. Он требует сведения разнообразных реальных данных и информационных потоков в единую систему. Такая единая система, называемая информационной основой, требует выбора информационных единиц.

Логическая структура модели определяется как совокупность схем и логических записей, описывающих данную модель. Такая характеристика относится к описательным. Схемы, составляющие логическую структуру модели, могут быть различными в зависимости от назначения и принципов построения.

Логическая структура обусловливается концепцией и методологией моделирования. Она может включать схемы взаимосвязи частей модели, соответствующих реальным связям между частями объекта на местности, в базе данных, схемы взаимосвязи свойств модели и схемы построения модели. Она содержит логические записи, составляющие информационную основу. Элементом логической структуры модели является логическая запись.

Физическая структура модели определяется способом реализации логической модели на конкретной технической основе (т. е. совокупность чертежей, слоев, классов объектов и т. п.), задается форматом записи данных, хранимых на носителях информации. Элементом физической структуры модели является физическая запись на любом носителе.

Исследованию поддаётся как физический, так и идеальный объект анализа. Это приводит к тому, что существование одинаковых информационных моделей, к которым можно подойти с тем же самым набором инструментариев, нет. Поэтому приходится использовать отдельные подходы, что позволит изучить или исследовать предметную область. На основании таких суждений принято выделять три вида информационных моделей:

**математические** – изучают явления и процессы, представленные в виде наиболее общих математических закономерностей или абстрактных объектов, выражающих законы природы или внутренние свойства наблюдаемого объекта;

компьютерные – используются для описания совокупности переменных, представленных абстрактными типами данных и поданных в соответствии с выдвигаемыми требованиями среды обработки;

**материальные** – предметное отражение объекта, сохраняющее геометрические и физические свойства (глобус, игрушки, манекены, химические опыты и физические эксперименты).

Метрическая информация передает измерительные характеристики объекта, т. е. координаты, размеры. Эта информация относительно проста и однородна по структуре, в силу чего она является *сильно типизированной*. Метрическая информация в ГИС содержит координатные данные и некоторые (числовые) атрибутивные данные.

Качественным отличием цифровых моделей, полученных по реальным измерениям, является точностная характеристика модели. Она обусловлена

ошибками измерений и последующими ошибками вычислений при геометрическом моделировании Этот параметр определяет применимость цифровой модели, в частности, при получении графических реализаций в разных масштабах.

**Атрибутивная информация** – информация о свойствах и связях объектов. Такая информация включает *атрибутивные данные* и *метаданные*. Она может подразделяться на семантическую, технологическую и другие виды. Тем не менее все эти виды информации можно назвать семантическими, хотя с учетом сложившейся в ГИС терминологии более правильно называть ее атрибутивной.

Этот тип информации определяет принадлежность точек или объектов к определенному классу или объекту (сложный или простой объект), описывает свойства объектов и их частей, задает взаимосвязи и условия обработки, условия воспроизведения и т. п.

В исходном виде эта информация неоднородна, сложна по структуре и является *слабо типизированной*, поэтому для создания цифровой модели требуются анализ, классификация и типизация атрибутивной информации.

Для хранения в базах данных эта информация должна быть типизирована, то есть разбита на более мелкие группы, имеющие достаточное число сходных признаков.

Жизненный цикл (ЖЦ) модели является важной характеристикой, которая определяет период возможного применения модели. Жизненный цикл – временная характеристика любой продукции. Жизненный цикл модели определяется периодом, в течение которого модель можно эффективно использовать. Поэтому при разработке любой модели необходимо оценить ее жизненный цикл как семиотическую составляющую, определяющую полезность модели.

Жизненный цикл включает разные периоды разработки и применения модели. Можно выделить шесть фаз жизненного цикла информационной модели:

Ha первой фазе создается концептуальная схема разработки И использования модели. Концептуальная схема определяется как высказываний, непротиворечивая совокупность истинных данной лля предметной области, включая возможные состояния, классификации, законы, правила.

На этапе разработки проекта осуществляется структурное проектирование, декомпозиция задач и поиск решений задач с помощью данной модели.

На фазе реализации осуществляется построение модели на основе программно-аппаратных средств.

На фазе эксплуатации осуществляют практические работы и актуализацию данных для приведения характеристик модели с соответствии с изменяющимися внешними условиями.

Модернизация модели направлена на ее совершенствование и продление периода эксплуатации.

Фаза завершения эксплуатации модели очень важна, так как помимо консервации модели, которая уже недостаточно отражает существующую

реальность, необходимо обеспечить преемственность в передаче данных от устаревшей модели к новой.

Модели могут иметь разные цели создания, разные формы представления и разный принцип организации. Для обработки в единой технологической системе или в единой информационной системе данные должны быть объединены на основе какого-либо правила или метода. Таким объединяющим методом является **интеграция данных**.

Интеграцией в системе называют восстановление и/или повышение качественного уровня взаимосвязей между элементами системы, а также процесс создания из нескольких разнородных систем единой системы, с целью исключения (до технически необходимого минимума) функциональной и структурной избыточности и повышения общей эффективности функционирования.

Интегрированная модель является разновидностью информационноресурсной модели с высокой степенью ее организованности. Она не является просто суммой информационных частей ее образующих. Как правило, она имеет меньший объем физической памяти при сохранении информационной емкости по сравнению с информационными моделями, ее составляющими, хотя включает данные о связях и дополнительную служебную информацию.

Кроме того, интегрированная модель не только описывает информационные свойства объекта, но и позволяет проводить эффективную обработку данных, относящихся к исследуемому объекту. В этом заключается преимущество интегрированной модели по сравнению с другими.

Упрощенно интеграцию можно представить в виде следующих процедур:

- выявление или классификация элементов неоднородной системы;
- выбор или создание интегрированной информационной основы;
- объединение элементов с исключением информационной избыточности;
- преобразование элементов системы к единому виду;

- установление связей между элементами системы.

Интегрированная модель является частным случаем информационноресурсной модели. Отличие интегрированной модели от других информационно-ресурсных моделей в том, что она имеет некую основообразующую переменную, которая служит средством связи между всеми остальными переменными. Эта переменная должна обладать наибольшей устойчивостью по сравнению с остальными.

Следовательно, прежде чем осуществить интеграцию, необходимо выделить основные группы данных и выбрать среди них те, которые могут послужить основой для объединения (интеграции) всех остальных.

#### **1.3.** Основные принципы работы в AutoCAD

AutoCAD – это ведущее инженерное решение, предназначенное для управления пространственными создания И данными. С помощью AutoCAD можно обрабатывать инструментов широкий спектр геопространственной информации, интегрировать функции ГИС В свои

процедуры проектирования, чтобы сформировать единую среду для повышения эффективности рабочих процессов.

Использование программы позволяет:

- улучшить качество чертежей и данных, а также повысить производительность;

- автоматизировать задачу, включающую несколько действий с рабочими процессами: для каждого действия можно указать параметры ввода и настройки;

- свойства одного действия можно использовать в качестве входного параметра для следующего действия в рабочем процессе, например, настроить рабочий процесс наложения, позволяющий указать сравниваемые классы элементов и тип выполняемого наложения;

- возможность изменения некоторых параметров во время выполнения команд, например, применить один и тот же рабочий процесс наложения для любой пары классов элементов, выбирая эти классы при выполнении рабочего процесса.

Основные форматы файлов AutoCAD:

\*.**dwg** – универсальный формат файла, разработанный специально для двух- и трехмерного черчения;

\*.dwt – файл шаблона чертежа AutoCAD;

\*.**dwf** – открытый формат файлов, разработанный компанией Autodesk для обмена проектными данными, их просмотра, печати и рецензирования;

\*.dws – все элементы данного чертежа будут проверяться на соблюдение стандартов, оговоренных в выбранном файле стандартов AutoCAD;

\*.dxf – перевалочный формат, в который можно передать всю информацию о чертеже в двоичном коде либо через текстовый файл, доступный для редактирования;

\*.sv\$ – файлы автосохранения AutoCAD;

\*.sc\$ или \*.bak – временные файлы AutoCAD, создаются всегда, чтобы программа нормально функционировала.

AutoCAD Map 3D поставляется со стандартными рабочими пространствами. В каждом рабочем пространстве по-разному организуются и отображаются команды и панели инструментов. При первом запуске AutoCAD Map 3D отображается запрос на выбор рабочего пространства по умолчанию.

Это диалоговое окно используется для выбора набора лент, панелей и инструментальных палитр, отображаемых при запуске AutoCAD Map 3D. Переключаться между рабочими пространствами можно в любом сеансе. Если отображение диалогового окна при запуске отключено, то можно изменить принятое по умолчанию рабочее пространство на вкладке «Справка».

Основные элементы окна приложения AutoCAD Map 3D:

Лента и панели инструментов – команды для задач наложения.

**Таблица данных и просмотр данных** – отображение данных атрибута в виде таблицы. Таблица данных позволяет просматривать пространственные данные и данные атрибутов для геопространственных элементов. Вид данных необходим для просмотра данных атрибутов, связанных с объектами чертежа. Используйте формы для редактирования атрибутов отдельных элементов на чертеже отраслевой модели.

Панель задач. Вкладки панели задач позволяют выполнить следующие действия:

- управление картами и данными карт;

- отображение и стилизация слоев данных;

- внесение данных съемки и управление ими;

- публикация многостраничных альбомов карт.

Строки состояния. Позволяют переключаться между рабочими пространствами, проверять текущее положение курсора, изменять параметры преувеличения масштаба и настройки масштаба, переключаться между 2D- и 3D-видом и использовать стандартные инструменты.

Динамический ввод. При запуске команд необходимо ответить на запросы рядом с курсором. Для опытных пользователей AutoCAD интерфейс команд позволяет повысить эффективность редактирования с помощью клавиатуры.

Вкладки представляют собой горизонтальные меню. Наборы связанных команд сгруппированы в панели. Заголовки панелей со стрелкой вниз содержат дополнительные параметры. Если рядом с заголовком панели есть стрелка в нижнем правом углу, для этой панели предусмотрено диалоговое окно.

Меню приложения содержит поле поиска и команды для работы с файлами. При нажатии кнопки «Параметры» открывается диалоговое окно «Параметры AutoCAD», в котором можно управлять такими настройками, как цвет фона для карт. Если необходимая команда отсутствует на ленте, используйте поле поиска в меню приложения.

В нижней части окна приложения отображается информация о состоянии, а также расположены несколько элементов управления для изменения вида. Некоторые элементы строки состояния заменены на инструкции для текущей команды. Некоторые элементы отображаются только в процессе выполнения операции, например, в ходе публикации или печати.

Все действия в AutoCAD выполняются с помощью команд. Каждая команда может быть вызвана тремя способами:

- щелчком левой кнопкой мыши по соответствующей кнопке на панели или на ленте инструментов;

- выбором из строки меню (точнее, из его подменю или под-подменю – если строка меню у вас отображена), или выбором из браузера меню, вызываемого нажатием на кнопку в левом верхнем углу окна AutoCAD;

- вводом ее имени в командную строку и нажатием после этого клавиши «Enter».

Самым универсальным является последний способ – ввод в командную строку. Таким образом можно вызвать любую команду. Что касается остальных способов, то в AutoCAD имеется несколько команд, для которых не предусмотрено никакой кнопки и которые отсутствуют в подменю строки меню. Кроме того, зачастую бывает удобнее вызвать команду из командной строки, чем искать ее кнопку или пункт в меню.

Начинать выполнение новой команды можно, только завершив выполнение предыдущей команды или прервав ее нажатием «Esc» (возможно, неоднократным).

Как правило, выполнение каждой последующей команды требует завершения предыдущей. Однако существует небольшое количество команд, которые являются исключением из данного правила. Такие команды называются «прозрачными», и большинство из них составляют команды управления видом на экране: Пан (Pan), Показать (Zoom) и т. п. Эти команды могут запускаться во время выполнения других команд, а после их завершения AutoCAD возвращается к продолжению работы прерванной команды.

Признаком «прозрачной» команды является апостроф «'» в командной строке, стоящий перед ее именем. Вызвать «прозрачную» команду можно так же, как и любую другую. Однако если вы собираетесь это сделать из командной строки, то поставьте сначала апостроф, а только затем наберите ПОЛНОЕ имя команды (ввод псевдонима в этом случае не допускается).

После вызова «прозрачной» команды из командной строки список ее опций выводится, начиная с двойной угловой скобки (»). При других способах вызова «прозрачной» команды список опций отсутствует.

При задании текущего формата отображения единиц измерения возможно использование следующих форматов: "Архитектурные", "Десятичные", "Инженерные", "Дробные" и "Научные". Точность подразумевает задание числа десятичных знаков для линейных величин, угловые – задание текущего формата и точности представления угловых величин, формат – задание текущего формата отображения углов, масштаб вставки – задание масштаба для блоков и чертежей, вставляемых в текущий чертеж.

Если вставить блок или чертеж, в котором используются единицы, не совпадающие с единицами текущего чертежа, то значение масштаба вставки исправляет несоответствия. Если блок или чертеж не нужно масштабировать, укажите значение "Безразмерный".

#### 1.4. Графические примитивы

**Примитивы** (primitives) – это элементы графики, которые могут отображаться графической библиотекой. простым примитивам относятся: точка, отрезок, дуга, окружность, прямая, луч, эллипс, сплайн, однострочный текст. К сложным примитивам относятся следующие объекты: мультилиния, полилиния, многострочный текст, таблица, размер, штриховка, выноска, допуск, вхождение блока, растровое изображение и т. д.

Большинство команд обрисовки базовых примитивов собраны в подменю **Рисовать**. Каждый примитив формируется своей командой, которая чаще всего совпадает по имени с примитивом. Для некоторых примитивов пользователю предлагается несколько способов построения по различным исходным данным, например окружность можно построить по центру и радиусу, по центру и диаметру, по трем точкам на плоскости и т. д. Каждый примитив обладает рядом свойств (принадлежность слою, цвет, видимость, тип линий, масштаб типа линий, уровень и высота). Некоторые команды требуют ввода дополнительных опций в командную строку. Над примитивами можно выполнять следующие операции: Создавать, Удалять, Устанавливать свойства, Получать копии, Перемещать, Поворачивать, Отображать зеркально, Масштабировать, Штриховать, Закрашивать и др.

уже отмечалось, графической может требоваться Как программе поддержка ввода графических элементов, таких как точки, отрезки и многоугольники, а не только чисел и текстовых строк. Например, если пользователь хочет вычислить площадь многоугольника на экране или увеличить его размеры, он должен сначала указать интересующий его многоугольник среди прочих объектов, видимых на экране. Для ввода графики используется два вида физических устройств: локатор (устройство ввода координат) и кнопка. Локатор (locator) передает графической программе информацию о своем положении, то есть о положении курсора. Кнопка (button) сообщает о действиях пользователя (включении и выключении) в месте текущего положения курсора. В наши дни наиболее популярным устройством графического ввода является мышь, которая выполняет обе функции. Шарик в нижней части корпуса мыши позволяет вводить координаты, а кнопки наверху корпуса передают программе действия пользователя.

Устройство графического ввода может работать в трех режимах: опрос, запрос и выбор. В режиме опроса (sampling) осуществляется постоянное считывание состояния устройства ввода, прежде всего положения локатора. Например, если вы свободно рисуете на экране, перемещая мышь, она работает в режиме опроса. Перемещение мыши приводит к непрерывному перемещению курсора по экрану. В режиме запроса (requesting) положение локатора считывается только при отправке запроса, которая обычно производится при нажатии на кнопку мыши. Чтобы прояснить различие между режимами опроса рассмотрим процесс построения многоугольника путем и запроса. графического задания координат его вершин при помощи мыши. В этом случае мы перемещаем мышь до тех пор, пока курсор не окажется в нужном месте, после чего нажимаем кнопку. Курсор перемещается по экрану согласно движениям мыши, которая находится при этом в режиме опроса. Координаты вершин передаются графической программе в режиме запроса. У этих режимов есть общее свойство: графической программе передаются координаты мыши или курсора. В режиме выбора (picking) устройство графического ввода идентифицирует элемент экрана, на который указывает курсор в момент нажатия кнопки. Графические элементы можно идентифицировать по именам, присвоенным им программистом во время составления программы. Режим выбора очень удобен при редактировании чертежа, уже имеющегося на экране (например, для удаления многоугольников или изменения координат их вершин).

Ввод координат в AutoCAD можно выполнять не только в командной строке, но и непосредственно при выполнении команды в рабочем пространстве, т. е. динамически.

Динамический ввод в AutoCAD появился в версии 2006 и стал незаменимым инструментом при создании чертежей. Все дело в том, что во время построения нет необходимости отводить курсор в командную строку, для того чтобы указать нужные параметры или значения. К тому же подсказки помогают быстро сориентироваться, а цифры, которые отображаются возле курсора, дают представление о текущих размерах, координатах и т. д.

После выбора любой команды возле курсора появляются подсказки, которые динамически меняются в зависимости от его местоположения и проделанных действий. Динамический ввод AutoCAD позволяет вводить координаты непосредственно в окне подсказки. По умолчанию вводятся относительные полярные координаты (при этом нет необходимости указывать спецсимвол «@»). Чтобы координаты были абсолютными, следует пользоваться спецсимволом «#».

Почти всегда в AutoCAD требуется чертить объекты, точно привязывая их друг к другу. Для того чтобы подобные построения можно было выполнять с помощью мыши, в системе AutoCAD предусмотрен **режим "объектной привязки"**. При этом когда мы начнем строить отрезок и подведем курсор к углу прямоугольника, то курсор автоматически как бы "притянется" к нужной точке.

Итак, объектная привязка в AutoCAD служит для осуществления автоматического точного привязывания задаваемых мышью точек к характерным точкам объектов, имеющимся на чертеже.

На вкладке содержится перечень всевозможных методов объектной привязки в AutoCAD. Каждый метод имеет свои характерные точки, связанные с определенными объектами. Возле каждого метода объектной привязки в AutoCAD показан внешний вид маркера, появляющегося в районе соответствующей характерной точки при «привязывании» к ней курсора.

Точка (Point) – это один из простейших примитивов системы AutoCAD, который характеризуется тремя пространственными координатами X, Y и Z, а также атрибутами – принадлежностью слою, цветом и высотой. При этом с помощью мыши курсором задаются координаты точки, которые фиксируются в строке состояния. В целях фиксации объектов точки могут выполнять функции "узлов". На экране точки можно изображать 20 различными знаками каждому из которых соответствует определенный числовой код (0–4, 32–36, 64–68, 96–100).

В процессе создания чертежей появляется необходимость в построении вспомогательных прямых линий для AutoCAD, например, провести ось симметрии объекта или посмотреть, как геометрически расположены между объекты на чертеже. Поэтому необходимо собой различные строить вспомогательные прямые. Для этого в программе AutoCAD предназначены инструменты "Прямая" и "Луч". С помощью выбора опций команды можно построить прямые, расположенные вертикально, горизонтально, под определенным углом к другим объектам, а также биссектрисы и параллельные прямые.

31

Отрезок в AutoCAD – это базовый инструмент. С помощью него можно создавать как отдельные прямолинейные отрезки, так и ломаные линии (т. е. состоящие из отдельных отрезков). В системах автоматизированной разработки чертежей существует множество способов построения отрезков. Наиболее популярным из них является построение по двум конечным точкам. Положение точек может быть задано различными способами: ввод координат с клавиатуры и нажатие кнопки мыши в режиме локатора. Помимо этого, вы можете указать конечную точку отрезка, выбрав одну из уже имеющихся на экране точек. Отрезок можно построить и без явного указания обоих концов. Один из способов – попросить систему провести касательную линию к имеющейся кривой из указанной точки. В этом случае явно указывается только одна точка, а вторую точку система определяет самостоятельно. В качестве атрибутов линии могут быть указаны ее тип и толщина.

В библиотеках GKS, PHIGS и OpenGL одной из базовых функций является ломаная (polyline), представляющая собой набор соединенных друг с другом отрезков. Координаты концов отрезков, составляющих ломаную, задаются в виде матрицы. В случае ломаной, состоящей всего из одного отрезка, в матрицу помещаются координаты двух его концов.

Сплайны используются для построения произвольных кривых подобно тому, как в черчении от руки это делается с помощью лекала. Пользователь указывает точки на кривой, а система строит интерполяционную кривую, проходящую через эти точки. Получившаяся кривая обычно представляется уравнением третьего порядка. Иногда кривые могут строиться по задающим точкам, которые определяют кривую, но не обязаны лежать на ней.

Штриховкой называется заполнение замкнутого многоугольника какимлибо шаблоном. Штриховка часто используется для обозначения сечений в машиностроительных чертежах выделения разных материалов И В архитектурных чертежах. Штриховка начинается с указания замкнутого многоугольника. Эта операция может осуществляться по-разному. В некоторых системах необходимо указать все отрезки, составляющие многоугольник. В других системах достаточно указать один из них, а все остальные система найдет автоматически. Если внутри многоугольника имеются участки, которые штриховать нежелательно, их границы также должны быть указаны. Штриховка – одна из функций систем автоматизированной разработки чертежей, повышающих производительность чертежника.

Большинство графических библиотек поддерживают два вида текста: **текст для пояснений** (экранный или двумерный текст) и **трехмерный текст**. Текст для пояснений всегда располагается в плоскости экрана, поэтому его форма не искажается вне зависимости от угла, на который он повернут. Трехмерный текст может быть расположен на любой плоскости в трехмерном пространстве. Его положение и ориентация задаются в мировых координатах. Для текста любого вида необходимо задание таких параметров, как шрифт, отношение высоты к ширине и угол наклона букв, а также положение и направление строки текста. Текст может быть представлен символами двух видов: аппаратными и программными. Программный шрифт строится соответствующими графическими программами, заранее сохраняемыми в памяти компьютера. Построение его занимает больше времени, чем построение символов аппаратного шрифта, но зато форма может быть гораздо более замысловатой. Символы аппаратного шрифта состоят из отдельных отрезков, формирующих буквы.

Возможность простановки размеров считается одной из наиболее особенностей систем автоматизированной разработки привлекательных чертежей. Вручную проставить размеры с той же быстротой просто невозможно. В системах автоматизированной разработки чертежей простановка размеров осуществляется следующим образом. Чтобы указать горизонтальный или вертикальный размер, достаточно всего лишь выбрать два графических элемента (обычно точки) и желаемое положение размерной линии. В этом случае расстояние между точками автоматически определяется по чертежу. Стрелки, размерные линии, выносные линии и значение размера наносятся системой самостоятельно. Система автоматически измеряет расстояние по вертикали, если графические элементы расположены на вертикальной линии, или расстояние по горизонтали, если они находятся на горизонтальной линии. Если объекты расположены как-то иначе, система просит уточнить, какой именно размер вы хотите проставить: вертикальный, горизонтальный или реальный.

Теоретически можно было бы полностью автоматизировать простановку размеров на чертежах, но на практике разработчики сталкиваются со следующими проблемами. Существует много способов проставить размеры на одном и том же чертеже. Вообще говоря, проектировщик учитывает методы производства, контроля и сборки детали, изображенной на чертеже, и на основании главным образом своего опыта выбирает оптимальную схему образмеривания. Воспроизвести опыт проектировщика на компьютере очень сложно. Более того, найти хотя бы одну полную и безызбыточную схему расстановки размеров не так-то просто. В настоящий момент ведутся исследования возможности решения этой задачи.

Чтобы добавить к чертежу **примечание**, то есть текстовую строку, нужно задать расположение и ориентацию этой строки, а также размер и шрифт символов. Последние три параметра обычно имеют некоторые значения по умолчанию, которые используются в том случае, если пользователь не указывает никаких конкретных значений.

## 1.5. Редактирование в AutoCAD

Функция удаления действует как стирательная резинка в черчении на бумаге. Когда вы выбираете графические элементы, такие как точки, отрезки и кривые, они исчезают с экрана.

Функция копирования работает точно так же, как операции «Вырезать» и «Вставить» в текстовом процессоре. Набор графических элементов может быть

выделен, сохранен в буфере и вставлен в любое место того же или любого другого чертежа. Выбор графических элементов производится путем обведения их прямоугольником нужного размера. Прямоугольник рисуется на экране точно так же, как и при задании окна просмотра. Графические элементы, пересекаемые границами прямоугольника, могут по желанию пользователя быть включены в копируемый набор или исключены из него. Курсор устанавливается в той точке, куда должны быть вставлены выбранные объекты. копирования удобна в том случае, если на Функция чертеже есть повторяющиеся элементы, как, например, на архитектурных чертежах многоквартирных домов. Копирование полезно и при разработке чертежей деталей, потому что вы можете скопировать часть чертежа устройства в целом, после чего уточнить получившийся чертеж.

Частным случаем копирования является **зеркальное отражение**, которое позволяет строить формы, обладающие осевой симметрией. Эта функция полезна при построении объектов с одной или несколькими осями симметрии. Многие системы автоматизированной разработки чертежей предоставляют дополнительные функции, располагающие повторяющиеся объекты упорядоченно. Например, некоторые системы могут нарисовать несколько головок болтов, расположенных по окружности с определенным шагом, после того как вы нарисуете только одну из них и зададите нужные параметры.

Иногда при работе со сложным чертежом может потребоваться увеличить его часть. Часто бывает затруднительно выбрать нужный графический элемент, если он сливается с соседними. Эту проблему можно решить, увеличив ту часть чертежа, в которой находится интересующий вас элемент. Использование меньшего окна с отображением в окно просмотра того же размера дает эффект увеличения без изменения числовых параметров графических элементов. Окно определяется заданием двух конечных точек его диагонали аналогично тому, как определяется копируемая область.

Часто используемые фигуры могут сохраняться в виде символов, а затем вызываться из памяти в любой момент для добавления в нужное место чертежа. Например, значительно упрощается создание машиностроительных чертежей, если формы стандартных компонентов, таких как болты и гайки, а также обозначения шероховатости и допусков поверхности сохраняются в виде символов, которые могут быть в любой момент вызваны и построены. Функции для работы с символами действуют подобно функции копирования и реализуются приблизительно тем же образом.

Программирование макросов или макропрограммирование заключается в объединении наборов графических команд под одним именем. Если графические команды объединяются в программу, которая называется макропрограммой (macro program), к ним могут добавляться некоторые условные и арифметические операторы из обычных компьютерных языков. Входные параметры графических команд могут быть определены как переменные, что позволяет задавать макропрограмме разные значения и получать разные чертежи. Макропрограмма такого рода называется (parametric параметрической программой program), поскольку чертеж,

который она строит, зависит от значений, присвоенных соответствующим параметрам. Хорошим примером параметрической программы может быть автоматическая программа построения чертежей винтов. Пользователь вводит характеристики нагрузки, программа рассчитывает размеры винтов по этим характеристикам, а затем строит их чертежи с учетом вычисленных размеров. В арифметические операторы, параметрическую программу входят такую позволяющие вычислить размеры винтов, а также графические команды, чертеж винта. Функция макропрограммирования очень важна, строящие приспосабливать коммерческие поскольку она позволяет системы автоматизированной под конкретные разработки чертежей приложения. Многообразие параметрических программ, разработанных компанией. фактически может быть мерой эффективности использования этой компанией имеющейся у нее системы автоматизированной разработки чертежей.

Дисплейный файл (display list) – это группа команд графической библиотеки, сохраненная для последующего выполнения. Большинство команд графических библиотек могут либо помещаться в дисплейный файл, либо выполняться немедленно.

Дисплейный файл обеспечивает удобство и эффективность упорядочения и обработки команд библиотеки. Рассмотрим, например, перемещение изображения дома по экрану. Предположим, что рисунок состоит из нескольких сотен отрезков. Если бы эти отрезки существовали по отдельности, нам пришлось бы написать команду перемещения несколько сотен раз – для каждого из них. Однако если команды построения отрезков, образующих рисунок, объединены в дисплейный файл, команду перемещения достаточно написать только один раз. Чтобы поместить графические элементы в дисплейный файл, нужно открыть этот файл перед первой командой, которая должна в него попасть, и закрыть его после последней команды.

файл OpenGL Лисплейный ориентирован на оптимизацию производительности, в частности, при работе по сети, но не за счет производительности на отдельном компьютере. Оптимизация обеспечивается благодаря тому, что дисплейный файл хранится в виде списка команд, а не в виде динамической базы данных. Другими словами, созданный дисплейный Если бы файл изменить уже нельзя. его можно было изменять. производительность упала бы из-за накладных расходов на поиск внутри списка и управление памятью. Изменение отдельных частей дисплейного файла потребовало бы перераспределения памяти, что могло бы привести к ее фрагментации. Дисплейные файлы, как правило, работают так же быстро, как и обычные последовательности команд, не объединенные в группы. В случае OpenGL дисплейные файлы могут значительно повысить производительность, в особенности при передаче подпрограмм OpenGL по сети, поскольку эти файлы хранятся на сервере, благодаря чему сокращается сетевой трафик.

Лист – это отображение одного или нескольких масштабированных видов проекта на листе чертежа стандартного размера. Геометрия модели создается в пространстве модели.

После создания модели в полном размере перейдите к **пространству листа**, в котором можно создать масштабированные виды модели, а также добавить примечания, метки и размеры. Также в пространстве листа можно задать различные типы линий и толщину линий для отображения. Первоначально это было единственное пространство, доступное в AutoCAD. В результате все примечания, метки, размеры, рамка чертежа и основная надпись будут также созданы и отмасштабированы в пространстве модели.

После добавления пространства листа стало возможно получить доступ к специально предназначенному для листов и масштабирования пространству, щелкнув вкладку листа. Пространство листа содержит только два объекта: рамку чертежа и один видовой экран листа, отображающий вид пространства модели.

На листе при активном пространстве модели можно выполнять панорамирование и изменять масштаб, а также любые другие действия, которые доступны на вкладке "Модель". Можно переключаться между пространством листа и пространством модели, дважды щелкнув внутри или снаружи видового экрана листа. Для создания дополнительных видовых экранов листа в пространстве листа можно использовать команду СВИД (создать вид). С помощью нескольких видовых экранов листа можно отобразить несколько видов пространства модели в одном или разных масштабах.

Если чертеж кажется визуально сложным, можно скрыть объекты, отображение которых в данный момент не требуется. Такой уровень управления достигается разделением объектов чертежа на слои, связанные с определенной функцией или целью.

Ниже перечислены наиболее часто используемых настройки слоев в Диспетчере свойств слоев.

**Отключение слоев**. Можно отключить слои, чтобы снизить визуальную сложность отображения чертежа в процессе работы.

Замораживание слоев. Можно заморозить слои, доступ к которым в течение некоторого времени не обязателен. Замораживание слоев аналогично их отключению, но оно позволяет повысить производительность при работе с очень большими чертежами.

**Блокирование слоев**. Можно заблокировать слои для предотвращения случайного внесения изменений в объекты на этих слоях. Кроме того, объекты на заблокированных слоях выглядят более бледно, что помогает уменьшить визуальную сложность чертежа, но заблокированные объекты все равно можно будет разглядеть.

Задание свойств по умолчанию. Можно задать свойства по умолчанию для каждого слоя, такие как цвет, тип, вес и прозрачность линий.
### 1.6. Основные функции AutoCAD Мар 3D

AutoCAD Map 3D занимает нишу между системами автоматизированного проектирования (САПР) и геоинформационными системами (ГИС). AutoCAD Map 3D обеспечивает прямой доступ к передовым форматам данных, которые используются в проектировании и ГИС.

**Диспетчер отображения** управляет элементами в хранилищах данных (базах данных, файлах геопространственных данных и файлах растровых форматов), подключет файлы чертежей, изменяет внешний вид элементов.

Обозреватель карт предназначен для просмотра элементов проекта карты:

- источники элементов (например, Oracle, ArcSDE, shp и sdf);

- подключенные исходные чертежи;

- запросы чертежей;
- классы объектов;
- источники внешних данных для объектов чертежа;
- топологии;

- шаблоны связи.

Альбом карт позволяет разделить большую карту на фрагменты, при этом каждый фрагмент отображается на отдельной странице.

Съемка позволяет добавлять данные геодезических точек и работать с ними.

Таблица данных отображает геометрию и данные атрибута для элемента. С помощью таблицы данных можно выполнить поиск и определить тему элементов на основе любых данных в источнике элементов, сортировать и фильтровать записи внешней базы данных, связанные с объектами чертежа, редактировать данные.

При создании карты осуществляется подключение ко всем хранилищам данных, необходимых для карты:

- геопространственные базы данных;

- файлы пространственных данных (например, файлы формы (shp) и файлы sdf);

- чертежи AutoCAD (файлы dwg);

- растровые изображения.

Применение стилей к объектам карты упрощает идентификацию объектов, обеспечивает быстрое и интуитивное предоставление комплексной информации.

Редактирование объектов на карте осуществляется посредством редактирования геометрии в файле чертежа, редактирования схемы в файле Esri shp, редактирования геопространственных данных, сохраненных в базе данных Oracle. Изменения можно сохранить в исходном формате. Также можно использовать таблицу данных для изменения свойств геопространственных данных.

Для подготовки чертежа необходимо оцифровать с помощью программы AutoCAD Raster Design и сохранить в формате чертежа файл AutoCAD, выполнить географическую привязку данных с помощью AutoCAD Raster Design, настроить псевдоним пути, благодаря чему несколько пользователей могут работать над разными частями чертежа.

В картах используются системы координат для описания положения объектов с помощью долготы и широты относительно определенного референц-эллипсоида (согласованной опорной точки). Назначив для карты систему координат, в нее можно добавить данные из чертежей, которые используют разные системы координат. Если входящим данным не назначена система координат, преобразовать их невозможно. В таком случае положение объектов на карте необходимо обозначить самостоятельно.

В AutoCAD Map 3D есть функция "очистка чертежа" для исправления распространенных геометрических ошибок:

- удаление повторяющихся объектов;

- продолжение недоводов;

- можно использовать профиль очистки, чтобы автоматизировать процесс очистки чертежа с помощью сценариев или предоставить настройки другим пользователям.

AutoCAD Map 3D позволяет добавлять объекты с помощью запросов. Запросы по свойству извлекают объекты на основе свойств, таких как цвет, тип линий или слой. Запросы по положению извлекают объекты на основании условий местоположения, таких как границы или буферное расстояние. Особый тип запроса позволяет изменять свойства объектов в процессе добавления на карту. Например, можно разбить объекты на слои, изменив свойство слоя для объектов при их добавлении на карту.

Данные объекта включают атрибуты реальных объектов, которые представлены объектами чертежа. Данные объекта хранятся в самой карте и связаны с отдельными объектами чертежа. При экспорте объектов чертежа можно использовать данные объекта для создания классов элементов в файле sdf. Полученные классы элементов имеют свойства, которые соответствуют атрибутам данных объекта.

Элементами чертежа являются шаблоны аннотаций, стили и слои текста. Шаблоны аннотаций позволяют указать сведения об объектах чертежа. Аннотация может содержать свойства данных объекта или связанных данных, а также собственные свойства чертежа (например, данные измерений). Шаблоны аннотаций можно повторно использовать на других картах. Метки стиля могут отображать любое свойство в хранилище данных, а также статический текст. Стили сохраняются в текущем чертеже. С помощью слоев текста можно добавить аннотацию, не привязанную к конкретному слою чертежа или классу элементов, помечать большие области на карте или добавлять примечания ко всей карте. Слои текста сохраняются независимо от текущей карты. Их можно повторно использовать на других картах.

AutoCAD Map 3D позволяет классифицировать объекты чертежа. Для каждого проекта используется только один файл описаний классов объектов.

Редактировать описания классов объектов одновременно должен только один пользователь. **Тип объекта** определяет, какие существующие объекты можно добавить в данный класс. Если объект не был создан с использованием выбранного метода, добавить его нельзя. **Метод создания** определяет метод, используемый для создания новых объектов в этом классе (при щелчке по классу объектов правой кнопкой и выборе "создать классифицированный объект").

При создании альбома карт одна карта делится на фрагменты путем наложения сетки. Каждый квадрат сетки становится фрагментом карты. Каждый фрагмент отображается на отдельной странице, которую можно опубликовать на плоттер или в электронный формат dwf. Собственный **видовой экран** можно создать в виде вкладки на одной или нескольких страницах альбома карт. Для детализации карты можно использовать функции панорамирования и зумирования в этом видовом экране. Также можно связать обычный "ключевой" видовой экран в альбоме карт с копией главного файла карты.

Шаблон содержит объекты трех типов:

- главный видовой экран, в котором отображается один фрагмент карты;

- смежные стрелки, содержащие имена смежных фрагментов альбома карт, чтобы можно было найти следующий фрагмент карты в любом направлении;

- основная надпись содержит текст из заменителей, который можно редактировать.

Анализ данных в AutoCAD Map 3D включает:

- визуальный анализ данных с помощью поверхностей;

- анализ данных с помощью внешней информации с использованием соединений;

- анализ данных по близости расположения с использованием буферов;

- анализ зоны затопления с помощью наложения.

Рабочий процесс автоматизирует выполнение группы процессов, подобно макросу. Расширение встроенного рабочего процесса возможно путем добавления дополнительных процессов.

Соединения используются для добавления дополнительных данных к элементам ГИС на карте. Пользователь может добавить данные из Интернета, других организаций, с которыми он работает, или хранилищ данных ГИС. В шаблоне связей указано имя таблицы базы данных и обозначены столбцы ключей, в которых содержатся уникальные идентификаторы каждой записи.

**Метаданные** представляют собой сведения о данных. В настоящее время в AutoCAD Map 3D поддерживается два стандарта геопространственных метаданных: стандарт FGDC CSDGM и ISO 19139.

Облака точек представляют собой наборы данных, состоящих из данных трехмерных точек. LAS – промышленный стандарт формата файла, установленный американским обществом фотограмметрии и дистанционного зондирования, который включает в себя систему классификации точек. Обработанный файл LAS может включать в себя точки, классифицированные

как "земля", "низкая растительность", "высокая растительность", "строение" и т. д.

Анализ **3D-поверхностей** в AutoCAD Map 3D включает:

- добавление горизонталей на поверхность для создания топографической карты;

- наложение 2D-данных карты на 3D-поверхность для просмотра всех данных в виде 3D-текстуры;

- просмотр, перемещение, обход или облет 3D-карты для рассмотрения карты с различных перспектив;

- отмывка рельефа для наложения теней на поверхность с целью придания реалистичности изображению и упрощения процедуры анализа;

- изменение значения вертикального преувеличения масштаба;

- создание тем и изменение цветов для анализа отметки, уклона поверхности, пространственной ориентации и др.

## 1.7. Топографо-геодезические работы

Полный набор инструментов AutoCAD Civil 3D позволяет импортировать данные съемки, выполнять геодезические расчеты и автоматизировать размещение обозначений и создание контурных линий.

Данные и объекты съемки AutoCAD Civil 3D хранятся в базе данных съемки. Доступ к базе данных съемки AutoCAD Civil 3D возможен из нескольких чертежей, связанных с ней.

В базе данных съемки угловые значения сохраняются в радианах, а значения расстояний – в метрах. Данные съемки в целях отображения и ввода преобразуются в единицы базы данных. Единицы измерения в чертеже AutoCAD Civil 3D могут быть независимыми от единиц базы данных съемки. Если объекты чертежа импортируются из базы данных съемки и в AutoCAD Civil 3D используются другие единицы чертежа и координатная зона, происходит преобразование объектов.

В ходе процедуры сбора данных полевой съемки можно воспользоваться установленными в AutoCAD Civil 3D правилами кодировки для автоматизации преобразования данных полевой съемки, собранных с помощью оборудования сбора данных, в линии AutoCAD Civil 3D.

Все проекты начинаются с геодезической съемки и дальнейшей камеральной обработки объекта. Выполнение проекта напрямую зависит от качества съемки, и AutoCAD Civil 3D поможет поднять это качество на соответствующий уровень.

AutoCAD Civil 3D позволяет импортировать полевые журналы со всех электронных тахеометров и GPRS.

Файлы полевого журнала (.fbk) представляют собой текстовые файлы, содержащие полученные в результате съемки данные точек и определения фигур, которые можно импортировать на чертеж и в базу данных. Команда "Связь с устройствами сбора данных" служит для передачи и преобразования

исходных данных съемки в файл полевого журнала (.fbk), который можно импортировать в приложение AutoCAD Civil 3D.

Команда "Импорт файла точек" служит для импорта точек в базу данных съемки и съемочную сеть в качестве опорных или неопорных точек.

В настройках импорта можно воспользоваться возможностью обработки линий. Выбранный формат файла точек определяет порядок столбцов, разделитель и координатную зону для импортируемого файла. При установке флажка "Обработать линии" формат файла точек должен содержать столбец "Исходное описание". Для формата файла точек с зоной системы координат, отличающейся от координатной зоны, назначенной в базе данных съемки, потребуется преобразование.

При каждой операции импорта файла точек на вкладке "Навигатор" в окне "Область инструментов" создается группа точек. В качестве имени группы точек по умолчанию используется имя импортируемого файла.

Объекты съемки и их компоненты отображаются в соответствии с их стилями. Геодезическая съемка на застроенной территории является более сложной ввиду насыщенности существующих объектов. Кодирование точек во время съемки и создание групп точек при камеральной обработке значительно облегчают работу топографа и минимизируют ошибки и упущения.

При импорте ASCII файла точек пользовательские атрибуты, описанные в формате файла точек, сопоставляются с пользовательскими свойствами в базе данных съемки. При отсутствии соответствующей геометрии она создается.

Применяемые исходные описания соответствуют кодам точек, которые геодезисты применяют во время съемки.

Данные пользовательских атрибутов для точек хранятся в виде дополнительных данных с использованием такой же системы данных атрибутов, как и в расширенных свойствах LandXML. Для управления этими свойствами используется вкладка "Съемка" в коллекции "Управление дополнительными данными" в базе данных съемки.

При создании новых атрибутов в базе данных съемки во время импорта ASCII файла точек тип данных атрибутов сторон чертежа повторяется в базе данных съемки, например, пикеты сопоставляются с пикетами. При обратном сопоставлении атрибутов с чертежом тип данных сохраняется.

Многие из коллекций на вкладке "Съемка" в окне "Область инструментов" содержат в контекстном меню команду "Редактировать", которая открывает редактор в панорамном виде. Преимущество использования редактора в панорамном виде состоит в том, что можно без труда переходить на вкладку "Съемка", выполнять поиск данных, а затем возвращаться в редактор для продолжения правки. На виде отображаются все данные из коллекции, а также он содержит различные команды редактирования, набор которых зависит от типа объекта.

Сгруппировав точки, мы можем быстро назначить точечные условные обозначения на плане для всех точек, входящих в группу, применяя стили точек и стили меток.

Одной из сложнейших задач камеральной обработки полевого журнала застроенной территории является прорисовка горизонталей рельефа: на чертеже присутствует множество «незаземленных» точек – точек, отметки которых не отображают уровень существующей земли (верхи колодцев, середины столбов, незаземленные точки стояния тахеометров и т. д).

Кодирование точек при съемке, группирование точек функционалом AutoCAD Civil 3D позволяют избегать неточности и погрешности камеральной обработки и значительно ускорить процесс построения ЦМР (цифровой модели рельефа).

AutoCAD Civil 3D поддерживает работу с поверхностями нескольких типов:

- поверхности TIN;

- сетчатые поверхности;

- поверхности TIN для объема;

- сетчатые поверхности для вычисления объема;

- поверхности коридора.

**Поверхность TIN** состоит из треугольников, которые образуют нерегулярную триангуляционную сеть.

Линии TIN служат сторонами треугольников, образующих триангуляционную сеть поверхности. Линии TIN создаются в AutoCAD Civil 3D посредством соединения точек поверхности, расстояние между которыми является наименьшим. Отметка каждой точки на поверхности определяется посредством интерполяции значений отметки в вершинах треугольника, в котором расположена эта точка.

Построение поверхностей TIN, как правило, требует большего времени и дискового пространства по сравнению с сетчатыми поверхностями.

При создании в AutoCAD Civil 3D поверхности TIN по данным точек выполняется вычисление триангуляции Делоне для точек. При триангуляции Делоне ни одна из точек не лежит внутри окружности, определяемой вершинами какого-либо треугольника.

На триангуляцию поверхности оказывают влияние данные структурных линий (получаемые из структурных линий, горизонталей и границ). При наличии ребра структурной линии между точками программа предусматривает соединение этих точек ребром триангуляционной сети (TIN) даже в том случае, если это приводит к нарушению свойства Делоне.

Сетчатая поверхность содержит точки, расположенные на сетке с постоянным шагом. Сетчатую поверхность можно создать или импортировать из файла DEM. Сетчатые поверхности рекомендуется применять для следующих целей:

- отображение относительно однородных поверхностей с равномерно распределенными выборочными данными;

- исследование областей большой площади (карты мелкого масштаба).

Сетчатые поверхности, как правило, загружаются быстрее и требуют меньшего объема дискового пространства по сравнению с поверхностями TIN.

**Поверхность TIN** для объема соответствует точной разности между базовой поверхностью и поверхностью сравнения. Таким образом, значение Z в любой точке поверхности для вычисления объема в точности равно разности значений Z на поверхности сравнения в данной точке и на базовой поверхности в данной точке. Это справедливо независимо от того, являются ли базовая поверхность и поверхность сравнения поверхностями TIN или сетчатыми поверхностями, включая тот случай, когда они принадлежат к разным типам.

Поверхность для вычисления объема является постоянно существующим объектом-поверхностью. Следовательно, для нее можно отображать горизонтали выемок и насыпей, точки выемок и насыпей и добавлять к ней метки. Можно просмотреть свойства объема (выемки, насыпи или разности объемов) как свойства поверхности для вычисления объема, выбрав "Свойства поверхности".

Сетчатые поверхности для вычисления объема строятся по разности на основе верхней и нижней поверхностей, определяемых пользователем, с точками на определяемой пользователем сетке.

Поверхности коридора создаются с использованием данных модели коридора.

При добавлении или удалении границ поверхность изменяется; это изменение заносится в список определений, содержащийся в поверхности.

Границы поверхности определяются на основе замкнутых полигонов, например, замкнутой полилинии или участка, или на основе поверхностей. Поверхности можно выбрать в качестве границ при одновременном выборе параметров типа границ Скрытый и Неразрушающая структурная линия.

При создании границы следует задать мозаичное представление дуг, а также указать, требуется ли применять неразрушающие структурные линии.

Согласно требованиям оформления рельефа, горизонтали должны быть плавными и аккуратными. Функции Переставления и Удаления ребер треугольников позволяют добиться этого быстро и точно.

При сглаживании отдельной горизонтали не учитываются соседние горизонтали, что иногда приводит к пересечению горизонталей; функция сглаживания поверхности позволяет устранить это затруднение. В результате сглаживания поверхности горизонтали приобретают сглаженную форму, но остаются непересекающимися:

Сглаживание поверхности имеет и другие преимущества. Метод Кригинга позволяет основе анализа тенденций статистических данных на ПО существующей поверхности выполнять экстраполяцию за пределы этой поверхности. Например, если площадка содержит случайную выборку отметок скважин, посредством статистической экстраполяции можно получить представление поверхности.

Поскольку сглаживание представляет собой операцию редактирования, выполняемую на поверхности, имеется возможность задавать свойства сглаживания, которые можно включать или отключать. При отключении сглаживания восстанавливается исходное состояние поверхности, но свойства сглаживания сохраняются в списке операций для данной поверхности.

При интерполяции по естественным соседним точкам (NNI) значение отметки (Z) в произвольной точке (p) оценивается по набору точек с известными значениями отметки.

В методе интерполяции NNI используются данные в триангуляции из известных точек для расчета средневзвешенного значения отметок естественных соседей точки р. Количество соседей (количество точек, значения Z которых усредняются для получения интерполированного значения) зависит от триангуляции – количества точек, с которыми была бы соединена новая точка (р) при ее вставке в поверхность:

При использовании метода NNI можно выбрать только местоположение точек, являющихся результатом интерполяции. При интерполяции точек значения отметки всегда вычисляются по взвешенному среднему значению отметки в существующих соседних точках. Результат применения метода NNI является более предсказуемым по сравнению с методом Кригинга. Метод NNI предусматривает только интерполяцию внутри поверхности, в то время как при использовании метода Кригинга возможна экстраполяция за границы поверхности на основе данных из выбранного многоугольника.

Метод **Кригинга** является более сложным по сравнению с методом интерполяции по естественным соседним точкам. Он предусматривает использование модели пространственной непрерывности или зависимости (в виде ковариации или семивариограммы), а также выборки данных поверхности для определения статистических тенденций, на основе которых выполняется интерполяция/экстраполяция точек.

Сначала пользователь должен выбрать результирующие местоположения точек при интерполяции. Важно убедиться в том, что данные выборки подходят для выбранных местоположений точек, являющихся результатом интерполяции. В частности, при определении тенденции для местоположений точек, являющихся результатом интерполяции/экстраполяции, не следует выбирать точки на противоположной стороне поверхности, поскольку в этом случае тенденция может не соответствовать этим местоположениям.

Полувариация является количественным показателем пространственной зависимости между выборками. Величина полувариации между точками зависит от расстояния между этими точками. Чем меньше расстояние между точками, тем меньше полувариация. График зависимости полувариации от расстояния до точки называется семивариограммой.

Если исходная поверхность изменяется и требуется отразить изменения в новой поверхности, необходимо сохранить чертеж, содержащий исходную поверхность, перед перестроением (восстановлением) новой поверхности.

При создании или импорте поверхности ей можно назначить стиль. Стиль поверхности также может быть изменен с использованием вида списка поверхности. Стили поверхностей определяют внешний вид поверхностей в 2D- и 3D-видах.

## 1.8. Проектирование трасс

Объекты трассы могут представлять осевые дороги. линии трубопроводные сети и другие базовые линии построений. Создание и определение трассы в плане представляет собой один из первых шагов в конструировании дорожного полотна, железной дороги или площадки. Можно нарисовать геометрию трассы в виде полилинии, а затем создать на основе этой геометрии именованную трассу. Более точная настройка возможна при создании объекта-трассы с помощью инструментов компоновки трассы. Изменения в трассы можно вносить при помощи ручек или команд панели "Инструменты компоновки трассы", причем касание между компонентами трасс поддерживается автоматически.

Трассы для смещения и трассы для сопряжения на пересечении также могут быть независимыми, но часто динамически связываются с другими трассами. Трассы для смещения и сопряжения на пересечении могут создаваться автоматически при создании перекрестка. Смещения также могут использоваться в уширениях.

После создания трассы можно рассчитать поведение коридора вокруг кривых. Можно выполнить расчет виража вдоль осевой линии, смещения и трасс для сопряжения на пересечении, а также рассчитать возвышение наружного рельса вдоль трасс железной дороги.

При выборе параметра "Создать переходные кривые" программа AutoCAD Civil 3D создает симметричные пары переходных кривых между каждой кривой и ее прямыми участками. Если переходные кривые, удовлетворяющие заданному значению R/A, не вписываются между прямыми участками и кривой, радиус кривой уменьшается до тех пор, пока не будет найдено решение. Если этот параметр задан без определения параметра "Сопоставить прямые участки", переходные прямые будут симметричными, но погрешность данного решения может оказаться больше. Минимальное значение R/A позволяет ограничить длины переходных кривых. При большем значении создаются более короткие переходные кривые, при меньших значениях – более длинные.

Можно отредактировать параметры трассы для смещения или уширения, разбить их на разделы и добавить дополнительные уширения.

Управлять значениями уширения и длины переходов можно путем задания свойств, таких как количество полос движения, тип автомобиля, длины колесных баз, проектные скорости и т. д., в файле критериев проектирования, связанном с родительской трассой. Кроме того, задать величины уширения и длины переходов можно вручную путем ввода значений в диалоговом окне "Добавить автоматическое уширение". Автоматически уширенные кривые сохраняют динамическую связь с геометрией родительской трассы в соответствии с заданными критериями.

Направление и пикетаж трассы можно изменить. Все объекты, зависящие от трассы (например, профили, оси сечения, разрезы, объекты коридора, виражи) также будут обновлены. Можно изменить направление только непрерывных трасс. При вызове этой команды выполняется повторная

обработка всех объектов, ссылающихся на трассу (профилей, осей сечений, сечений, объектов коридора и виражей). Настоятельно рекомендуется использовать эту команду только на ранних стадиях проектирования.

При добавлении части объекта трассы к существующей трассе направление части объекта трассы определяется направлением ее рисования. Часть объекта может входить в состав рассчитанной геометрии трассы только в том случае, если направление этой части объекта совпадает с направлением трассы. Кроме того, если направление части объекта совпадает с направлением трассы, эту часть объекта невозможно включить в пикетаж и на нее невозможно нанести метки.

Уширения заданной длины могут применяться на трассах. Уширения включают в себя области перехода на въезде и съезде. Используемые по умолчанию значения для длины и формы указанных переходов определяются параметрами команды AddWidening. Переходы простираются вперед и назад от заданных начального и конечного пикетов уширения. Трассы для сопряжения на пересечении могут редактироваться, чтобы добавить уширения на одном или двух концах. С помощью данного типа уширения обычно формируется поворотная полоса при въезде на сопряжение на пересечении или переходноскоростная полоса на съезде.

Режим проектирования с учетом критериев позволяет убедиться в том, что при проектировании трассы соблюдаются требования местных органов власти в отношении минимальных стандартных значений. Для создания трассы с учетом критериев проектирования используется та же основная последовательность операций, которая используется для создания трассы без учета критериев проектирования. Во время создания трассы можно выбрать файл критериев проектирования, на основе данных которого можно задать метод отгона виража, а также таблицы минимальных значений радиуса и длин переходных кривых. В комплект AutoCAD Civil 3D включены файлы критериев проектирования, которые содержат стандарты проектирования AASHTO. Если местные стандарты проектирования отличаются от стандартов AASHTO, можно создать пользовательский файл критериев проектирования с помощью диалогового окна "Редактор критериев проектирования".

В процессе компоновки трассы в командной строке отображаются применимые минимальные значения, заданные в файле критериев проектирования. Можно либо принять минимальное значение по умолчанию для данной части объекта, либо задать новое значение.

Минимальные значения длины перехода формируются автоматически на основе заданного радиуса кривой. Если с переходной кривой не связана ни одна кривая, минимальное значение равно наименьшему допустимому радиусу переходной кривой.

Файл критериев проектирования содержит минимальные стандарты проектирования для объектов трассы и профиля. Можно адаптировать файл критериев проектирования, чтобы он соответствовал требованиям региональных стандартов, предъявляемым к таким параметрам как, например, виражи и минимальный радиус. Для железных и автомобильных дорог доступны отдельные файлы критериев проектирования. При использовании типа трассы "Железная дорога" невозможно использовать файл критериев проектирования автодороги, а при типах трассы "Осевая линия", "Смещение" и "Сопряжение" невозможно использовать файл критериев проектирования железной дороги.

Файл критериев проектирования автодороги также может содержать критерии для поддержки автоматического добавления уширений на круговых участках к динамическим трассам для смещения.

В ходе создания трассам автоматически назначаются метки, указанные в диалоговом окне "Метки трассы". Метки устанавливаются вдоль трассы в определенных точках, например, у основных и неосновных пикетов. Вы можете также использовать команды для вставки в чертеж таблиц трассы. Таблицы трассы организуют и собирают информацию о трассе. При вставке таблицы в чертеж полные метки преобразуются в обозначения, а в таблицу вставляются подробные сведения о трассе.

При создании трассы пользователь выбирает набор меток, который представляет собой стандартную коллекцию типов меток соответствующих стилей. Можно изменить метки пикетов на существующей трассе и, при необходимости, сохранить изменения в виде набора меток.

После создания трассы можно изменить тип и стиль меток пикетов. Можно сохранить коллекцию типов и стилей меток пикетов трассы в виде набора меток, который может применяться к другим трассам.

При нанесении меток на трассу, созданную с помощью внешней ссылки, добавленные метки существуют только в текущем чертеже. При отсоединении внешней ссылки метки, созданные в текущем чертеже, удаляются.

С помощью **Мастера создания виража** можно задать стандарты проектирования дорог, к которым относится метод отгона виража, а также минимальные значения радиуса и длины перехода.

Уклоны виража из соответствующих таблиц рассчитываются как функция радиусов кривизны и проектных скоростей и могут использоваться при работе с разными типами дорожного полотна.

Значения из таблиц значений длины перехода используются в формулах методов отгона виража. С помощью этой таблицы можно вычислять расстояние между критическими точками перехода виража для различных типов дорог как функцию радиусов кривизны и проектных скоростей. Во многих случаях таблицы значений длины перехода дают фактическую длину продолжения отгона.

Метод отгона виража определяет способ применения виража, а также метод вычисления критических пикетов виража для различных типов дорог. Для каждого определенного метода есть формулы для вычисления расстояний между критическими точками перехода виража.

**Профиль** предназначен главным образом для отображения отметок поверхности вдоль горизонтальной трассы.

Профили служат для визуализации рельефа вдоль представляющего интерес пути или в пределах определенной области. Профили могут относиться

к следующим типам: профили поверхности, профили компоновки, наложенные профили, быстро создаваемые профили и профили коридора.

При создании профиля поверхности указывают, является ли он динамическим или статическим. Динамический профиль автоматически изменяется вслед за изменением отметки поверхности. Такие изменения могут происходить при перемещении трассы в плане или при редактировании поверхности. Статический профиль отображает рельеф на момент его создания, и на этот профиль не влияет внесение изменений в поверхность.

Профили отображаются в виде линий графика на сетке, именуемой видом профиля. Обычно вид профиля создают для отображения профилей поверхности. Далее вычерчивают профили компоновки на этой же самой сетке с целью отображения разности отметок между двумя поверхностями. Профили можно создавать и сохранять в чертеже и затем отображать в создаваемом виде профиля.

Операция быстрого создания профиля позволяет просмотреть отметки поверхностей вдоль объекта или по выбранным точкам. В результате этой операции создается временный профиль, который не сохраняется на чертеже.

Профиль компоновки – часто именуется проектным профилем, или конечным профилем поверхности (КП) – обычно используется в отношении дорожного полотна или другого объекта с уклонами. Профиль компоновки для дороги может включать в себя поперечные уклоны и кривые, спроектированные для безопасного вождения на определенной скорости.

Для профилей компоновки используются кривые двух типов: выпуклые кривые и вогнутые кривые. Выпуклые кривые размещаются на вершинах холмов и в других местах, где уклон изменяется в сторону уменьшения. Различают выпуклые кривые трех типов: с переходом от положительного к отрицательному уклону, от положительного к положительному уклону и от отрицательного к отрицательного к отрицательному уклону.

Кривые прогиба размещаются во впадинах и в других местах, где уклон изменяется в сторону увеличения. Различают кривые прогиба трех типов: с переходом от отрицательного уклона к положительному, от отрицательного к отрицательному и от положительного к положительному.

Профиль для смещения является еще одним типом профиля, широко используемым при проектировании дорог. Наряду с осевой линией дороги, обеспечивающей основные трассы в плане, имеются различные смещения линий от осевой линии, обозначающие другие объекты сооружений, например, края дорожного покрытия, кюветы и тротуары. Профили вдоль этих смещений можно анализировать по отношению друг к другу и к профилю осевой линии для получения более полного профиля поверхности вдоль коридора. Создание профилей для смещения и управление ими выполняется независимо от любых трасс для смещения (возможно, имеющих место), хотя те и другие можно совместно использовать в процессе проектирования.

Сетка вида профиля используется с целью отображения одного или нескольких профилей для трасс в плане.

В вид профиля можно включать один или несколько сопутствующих профилей вместе с множеством областей данных, расположенных по длине оси X выше или ниже сетки. С помощью областей данных профили аннотируются данными о пикетаже, отметке, горизонтальной геометрии и другими данными, помогающими в выполнении инженерного анализа.

Параметр "Привязать геометрические точки профиля к точкам геометрии трассы" используется для прикрепления каждой геометрической точки профиля к предшествующей точке геометрии трассы. При изменении трассы отметка точки геометрии профиля изменяется, и объекты профиля, на которые повлияло изменение трассы, изменяются или удаляются.

При выборе этого параметра части профиля компоновки сохраняются и не подвергаются изменениям при изменении горизонтальной геометрии.

Если выбрана привязка точек геометрии профиля к соответствующим точкам геометрии трассы, то можно также определить необходимость отображения уведомлений и изменения или удаления геометрии профиля при изменении геометрии трассы. Если выбрано отображение уведомлений, значки уведомлений отображаются в каждой измененной точке геометрии на чертеже. Уведомления также отображаются в виде "Объекты профиля" при выборе на панели инструментов компоновки профиля режима "На основе объекта".

Возможны ситуации, когда при редактировании трассы невозможно найти решение для геометрии профиля. В этом случае следует удалить объекты профиля, создав в профиле разрывы. При создании разрыва геометрия профиля прерывается в ближайшей точке вертикальной геометрии за пределами затронутой области.

Сечения могут использоваться для проверки отметок существующей и предполагаемой поверхности, выбранных в поперечных разрезах трассы через определенные интервалы между пикетами.

В AutoCAD Civil 3D данные сечения определяются и отображаются с помощью осей сечений, сечений и видов сечений, управление которыми выполняется из коллекции, называемой группой осей сечений. Трассе, имеющей уникальный набор осей сечений и сечений, можно назначить несколько групп осей сечений.

Сечения (называемые также поперечными сечениями) служат для отображения вида рельефа, полученного при поперечном разрезе под углом характерной линии, например предполагаемой дороги.

Как правило, сечения представляют собой поперечные разрезы горизонтальных (в плане) трасс, выполняемые через заданные интервалы между пикетами с использованием захватов заданной ширины. Вывод данных сечений на печать в зависимости от предназначения чертежей производится для отдельного пикета или в виде группы для диапазона пикетов.

Сечение представляет собой объект, содержащий данные об отметке вдоль оси сечения. Любая поверхность, модель коридора или трубопроводная сеть, пересекающая заданную осью сечения вертикальную плоскость, приводит к созданию объекта-сечения.

Оси сечения представляют собой линейные объекты, используемые для вырезания поперечных сечений трассы. Осям сечений, имеющим свои собственные стили, можно присвоить метки (например, SL-29). Набор осей сечений образует именованную коллекцию, называемую группой осей сечений. Группа осей сечения служит для централизованного управления стилями отображения и стилями меток для ряда осей сечения, сечений, видов сечений, линий и видов диаграммы земляных масс.

Группы осей сечений, связанные с трассой, отображаются под ней в окне "Область инструментов" в дереве "Навигатор".

Оси сечений пересекают трассу на заданном расстоянии влево и вправо. Как правило, оси сечений создаются в заданных пикетах вдоль трассы в плане.

При создании осей сечений вдоль трассы также создаются объектысечения для заданного набора существующих или предполагаемых поверхностей, моделей коридора или трубопроводных сетей. Стили по умолчанию и примеры объектов для каждой оси сечения задаются с помощью группы осей сечений. После создания осей сечений в группу осей сечений можно добавить другие примеры объектов. Для вывода сечений чертежа на печать создаются отдельные виды сечений или несколько видов сечений.

Если ось сечения не перпендикулярна родительской базовой линии, создается сечение модели коридора, создается тело элемента конструкции, который пересекает ось сечения, на разрезанном теле определяются элементы (такие как звенья, точки и фигуры), а затем выполняется сечение тела для создания представления сечения.

Если ось сечения строится под неперпендикулярным углом, звенья, оканчивающиеся выходом на рельеф, на разрезе не отображаются. Для просмотра выхода на рельеф в сечении необходимо создать поверхность верха для разрезаемого коридора, а затем выполнить сечение поверхности верха коридора.

На пересеченных конструкциях, не прикрепленных к родительской базовой линии, звенья, оканчивающиеся выходом на рельеф, воспроизводятся, только если ось сечения перпендикулярна базовой линии конструкции.

Можно создавать поперечные сечения сложных коридоров или нескольких коридоров, таких как перекрестки, круговые перекрестки, тупики, съезды и подъездные дороги.

Все виды сечения должны быть привязаны к трассе. На виде сечения отображаются новые или существующие сечения. Сечения можно также создать без отображения на виде сечения. При создании вида сечения трассы отображается полный список сечений данных трассы.

Коридоры, включающие в себя несколько базовых линий, можно просмотреть таким же образом, используя редактор сечений.

Формы коридоров используются при расчете объема материалов. При выполнении анализа количества материалов в расчете используются все формы коридора.

# 1.9. Преобразование изображений

AutoCAD Raster Design позволяет совмещать привязанные к местности растровые данные с системой координат проекта, а также преобразовывать изображения из одной системы координат в другую. Это упрощает процедуру позиционирования изображений.

Для выполнения инфраструктурных и картографических проектов необходимы точные наглядные материалы, полученные путем совмещения с векторной графикой. Программа AutoCAD Raster Design позволяет сохранять сведения о геопривязке как в ресурсах, так и в самом файле изображения.

Преобразование мультиспектральных изображений и цифровых моделей рельефа из исходных координат в систему координат чертежа позволяет сэкономить время. Существует функция обрезки изображений так, чтобы они уместились в графической области, а также их слияния. Эффективность управления изображениями достигается регулировкой их плотности. Результаты редактирования можно сохранять в формате GeoTIFF или DEM.

Программа позволяет использовать изображения, предоставляемые центральными и местными административными органами по Интернету или на компакт-дисках в общепринятых форматах ECW и MrSID компании LizardTech. Можно вставлять в проекты спутниковые снимки DigitalGlobe QuickBird, мультиспектральные изображения в формате Landsat-FAST, а также изображения в форматах National Imagery Transmission Format (NITF) 2.0 и 2.1.

При использовании мультиспектральных данных из Landsat, IKONOS и других источников можно применить цветовое кодирование визуальных, инфракрасных и температурных данных для отображения растительности, заболоченных участков, городской застройки и других элементов.

Программа позволяет анализировать растровые изображения исходя из значений определенных данных – например, отражение, высотные отметки, уклон, пропорции и текущий цвет отображения. Можно получить значения пикселов из мультиспектральных изображений, цифровых моделей рельефа и других типов изображений.

Команда Mask в AutoCAD Raster Design позволяет задавать несколько границ и отличается большей гибкостью, чем команда подрезки AutoCAD.

Благодаря мощным средствам очистки изображения становятся четкими, понятными и удобными для дальнейшего использования. Команда Despeckle очищает изображения от случайных пикселов, появившихся в результате сканирования нечетких рисунков и светокопий. С помощью команды Bias можно исправить искажение пропорций. Команда Mirror переворачивает изображение вдоль горизонтальной или вертикальной оси, исправляя некорректно отсканированные рисунки.

Имеется возможность существенно снизить затраты времени на очистку сканированных рисунков и карт с помощью средства Touchup, которое напоминает инструмент рисования в Microsoft Paint. Используя функцию рисования от руки со множеством кистей разного размера, можно колорировать как передний, так и задний план. С помощью команды Histogram можно корректировать рисунки, регулировать яркость и контрастность, а также преобразовывать монохромные и цветные изображения в оттенки серого и наоборот.

Использование фильтров сглаживания обеспечивает корректировку неровностей и искажений. Фильтры повышения резкости позволяют сделать затенение более отчетливым. Команда Invert изменяет светлые и темные тени на противоположные в черно-белых и цветных изображениях, а также изображениях в оттенках серого.

Повышение четкости сканированных изображений обеспечивается путем наложения теней, но без снижения яркости. Можно повысить качество отсканированных фотографий и спутниковых изображений с помощью гамма-коррекции, а также линейной или фрагментарной кривой.

Имеется возможность редактировать файлы изображений с переменной разрешающей способностью таких форматов, как MrSID (LizardTech) и ECW (ER Mapper), а затем сохранять их в формате JPEG 2000.

Можно существенно сократить затраты и получить более точные результаты благодаря использованию легкодоступных аэрофотоснимков и отсканированных карт вместо дорогостоящих изображений, откорректированных по специальным технологиям.

Контрольные точки изображения при его трансформировании совпадают с соответствующими точками на исходном чертеже. Контрольные точки для узлов сетки выбираются автоматически. В AutoCAD Raster Design предусмотрен алгоритм триангуляции, максимально совместимый с системой GPS и контрольными точками геодезической съемки.

Стандартизация форматов изображений внутри организации упрощает передачу и использование данных в других приложениях. Программа позволяет загрузить изображение любого формата и сохранить его в стандартном формате. Например, при сохранении в формат JPEG 2000 уменьшается размер файла, но визуальное качество изображения остается на приемлемом уровне.

Повторное использование имеющихся данных позволяет экономить время. Интеграция с AutoCAD и приложениями на его основе повышает производительность и ускоряет процесс обучения.

Объекты монохромных и цветных изображений, а также изображений в оттенках серого могут редактироваться. Можно, например, регулировать радиусы растровых окружностей, удалять некоторые размерные линии на машиностроительных чертежах и использовать REM-функции для копирования электротехнических символов.

REM-команды определяют растровые области как REM-объекты. Используя команды AutoCAD, эти объекты можно перемещать, масштабировать, копировать, вращать и производить другие операции.

Модифицированные растровые данные либо объединяют с имеющимся изображением, либо на их основе создают новое.

Быстрые, точные и мощные средства выделения растровой графики, такие как SmartPick, One Pick и Multipoint Selection, помогают сэкономить время и повысить производительность работы. Пикселы в заданном пространстве обрабатываются с помощью объекта REM-области. Выбор растровых объектов может также производиться с помощью элементарной геометрии – указанием многоугольников, прямоугольников, окружностей и диагоналей. Для изменения размеров примитива используется растягивание с помощью ручек и окно свойств. Примитивы обладают гибкостью – можно изменить размер примитива, например, диаметр окружности, сохранив при этом исходную толщину линии.

Мощные приемы выбора растровых данных позволяют ускорить и упростить рабочий процесс. Выбрав монохромную растровую область, можно модифицировать ее с помощью команд AutoCAD. Монохромные области включают в себя сложные растровые линии; их учет в функции зависит от опции выбора (например, Smart или Connected).

Модификация отсканированных чертежей происходит быстро и безошибочно. Существует функция, с помощью которой можно быстро удалять растровые линии, дуги и окружности, описанные как примитивы. AutoCAD Raster Design автоматически определяет структуру выбранного растрового элемента, удаляет его и подправляет места пересечений с другими растровыми элементами.

Программа векторизации AutoCAD Raster Design обладает полезными возможностями векторизации. Оптическое распознавание символов (OCR), применяемое к чертежам, которые содержат текст, и другие подобные функции позволяют снизить затраты времени на перечерчивание путем использования сканированных чертежей и планов, полученных с помощью программных продуктов на платформе AutoCAD.

Можно повысить ценность имеющихся проектных данных благодаря их быстрому преобразованию, а также сэкономить время за счет устранения необходимости в их очистке. При создании линий и полилиний по растровым данным наилучший результат наблюдается при использовании средств векторизации One Pick.

Исключение трудоемкого ручного ввода ведет к экономии времени и повышает точность при преобразовании чертежей с текстовыми надписями. Рукописный и печатный тексты и таблицы распознаются в растровых изображениях. На основе распознанного изображения создается однострочный и многострочный текст AutoCAD.

Средства векторизации One Pick, полностью интегрированные с чертежными настройками AutoCAD, повышают точность и сокращают время обучения. Этап проверки позволяет проконтролировать качество полученных результатов.

Процесс создания полилиний и линий обрыва управляется с помощью подробного набора опций. Трассировка растровых данных выполняется в полуавтоматическом режиме; это повышает качество векторных моделей. Команда 3D Polyline Follower (доступна только при использовании совместно с продуктами на базе AutoCAD Map 3D) производит трассировку вдоль ломаной или существующей векторной полилинии, запрашивая значение высотной отметки каждый раз при пересечении растрового объекта. В результате получается трехмерная полилиния AutoCAD, представляющая реальный рельеф

местности. При создании векторов, основанных на ширине растровых линий, для сплошных и прерывающихся объектов используется команда Vector Separation. Она сама назначает полилиниям слой и ширину.

### 1.10. Обзор приложений САПР

SolidWorks (от англ. solid – твёрдое тело и англ. works – работать) – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения.

Работает в среде Microsoft Windows. Разработан компанией SolidWorks Corporation, созданной Джоном Хирштиком, а с 1997 года являющейся независимым подразделением компании Dassault Systemes (Франция).

Программу начали разрабатывать в 1993 году, она начала продаваться в 1995 году и составила конкуренцию таким продуктам, как AutoCAD и Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS, Компас и Pro/ENGINEER. Система SolidWorks стала первой САПР, поддерживающей твердотельное моделирование для платформы Windows. SolidWorks использует ядро Parasolid.

Программный комплекс SolidWorks включает базовые конфигурации SolidWorks Standard, SolidWorks Professional, SolidWorks Premium, а также различные прикладные модули:

- управление инженерными данными: SolidWorks Enterprise PDM;

- инженерные расчёты: SolidWorks Simulation Professional, SolidWorks Simulation Premium, SolidWorks Flow Simulation;

- электротехническое проектирование: SolidWorks Electrical;

- разработка интерактивной документации: SolidWorks Composer;

- механообработка, ЧПУ: CAMWorks;

- контроль качества: SolidWorks Inspection;

- анализ технологичности: SolidWorks Plastics, DFM и пр.

- бесчертежные технологии: SolidWorks MBD и др.

Решаемые задачи SolidWorks:

- 3D-проектирование изделий (деталей и сборок) любой степени сложности с учётом специфики изготовления;

- создание конструкторской документации в строгом соответствии с ГОСТом;

- промышленный дизайн;

- обратная разработка;

- проектирование коммуникаций (электрожгуты, трубопроводы и пр.);

- инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, динамика механизмов, газо/гидродинамика, оптика и светотехника, электромагнитные расчёты, анализ размерных цепей и пр.);

- экспресс-анализ технологичности на этапе проектирования;

- проектирование оснастки и прочих средств технологического оснащения;

- анализ технологичности конструкции изделия;

- анализ технологичности процессов изготовления (литьё пластмасс, анализ процессов штамповки, вытяжки, гибки и пр.);

- материальное и трудовое нормирование;

- механообработка: разработка управляющих программ для станков с ЧПУ, имитация работы станка, фрезерная, токарная, токарно-фрезерная и электроэрозионная обработка, лазерная, плазменная и гидроабразивная резка, вырубные штампы, координатно-измерительные машины

- работа с единой цифровой моделью изделия;

- электронный технический и управленческий документооборот;

- технологии коллективной разработки;

- работа территориально-распределенных команд;
- ведение архива технической документации по ГОСТу;
- проектное управление;
- защита данных;
- расчет себестоимости.

NX (paнee «Unigraphics») – CAD/CAM/CAE-система производства компании Siemens PLM Software (до 1 октября 2007 года называлась UGS). Программа использует ядро геометрического моделирования Parasolid.

Первоначально система носила название «Unigraphics» и была разработана американской компанией United Computing. В 1976 году компания McDonnell Douglas (сегодня Boeing) приобрела United Computing и впоследствии была образована McDonnell Douglas Automation Unigraphics Group. Компания EDS приобрела данный бизнес в 1991 году. После приобретения EDS компании Structural Dynamics Research Corporation в 2001 году продукт Unigraphics был объединен с САПР I-DEAS, разработанной SDRC. Постепенное добавление функциональных возможностей I-DEAS в основной код системы «Unigraphics» стало основой существующей линейки продуктов NX.

Дополнительные функциональные возможности продукта «Imageware» были интегрированы в систему NX с целью развития функциональности по обработке сканированных данных (облаков точек и данных в формате STL) для поддержки процессов обратной разработки.

NX решает следующие задачи:

- проектирование (CAD);
- промышленный дизайн;
- разработка механических систем;
- разработка систем маршрутизации;
- моделирование поведения мехатронных систем;
- инженерный анализ (САЕ);
- проектирование оснастки;
- программирование станков с ЧПУ (САМ);

- программирование координатно-измерительных машин и анализ данных измерения;

- расширение функциональности системы.

Разработанная Siemens синхронная технология моделирования впервые была реализована в версии NX 6, выпуск которой состоялся в 2008 году. Эта

технология позволяет работать с топологическим описанием геометрии модели, не учитывая параметрические зависимости или их отсутствие. Синхронная технология даёт возможность работать с такими моделями и редактировать их, автоматически распознавая геометрические элементы и связи между ними.

NX широко используется в машиностроении, особенно в отраслях, выпускающих изделия с высокой плотностью компоновки и большим числом деталей (энергомашиностроение, газотурбинные двигатели, транспортное машиностроение и т.п.) и/или изготавливающих изделия со сложными формами (авиационная, автомобильная и т. п.). Также NX широко используется компаниями, производящими товары народного потребления, медицинское оборудование, электронику.

«Компас» – семейство систем автоматизированного проектирования, универсальная система автоматизированного проектирования, позволяющая в оперативном режиме выпускать чертежи изделий, схемы, спецификации, таблицы, инструкции, расчётно-пояснительные записки, технические условия, текстовые и прочие документы. Изначально система ориентирована на оформления документации в соответствии с международными стандартами, но этим возможности системы не ограничиваются.

Разрабатывается российской компанией «Аскон». Название линейки является акронимом от фразы «комплекс автоматизированных систем». В торговых марках используется написание заглавными буквами: «КОМПАС». Первый выпуск «Компаса» (версия 1.0) состоялся в 1989 году. Первая версия под Windows – «Компас 5.0» – вышла в 1997 году.

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трехмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже.

Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи. Данные (обозначение, основной надписи чертежа наименование, В масса) синхронизируются с данными из трехмерной модели. Имеется возможность связи трехмерных моделей и чертежей со спецификациями, то есть при проектировании спецификация быть получена правильном может автоматически; кроме того, изменения В чертеже или модели будут передаваться в спецификацию, и наоборот.

«Компас» выпускается в нескольких редакциях: «Компас-График», «Компас-Строитель», «Компас-3D», «Компас-3D LT», «Компас-3D Home». «Компас-График» может использоваться и как полностью интегрированный в «Компас-3D» модуль работы с чертежами и эскизами, и в качестве самостоятельного продукта, предоставляющего средства решения задач 2Dпроектирования и выпуска документации. «Компас–3D LT» и «Компас-3D Ноте» предназначены для некоммерческого использования, «Компас-3D» без специализированной лицензии не позволяет открывать файлы, созданные в этих программах. Такая специализированная лицензия предоставляется только учебным заведениям.

«Компас-3D» Система предназначена для создания трехмерных ассоциативных моделей отдельных деталей (в том числе деталей, формируемых из листового материала путём его гибки) и сборочных единиц, содержащих как стандартизованные конструктивные оригинальные, так И элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе проектированного ранее прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных залач проектирования и обслуживания производства.

«Компас-3D» Система включает следующие компоненты: система трехмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования «Компас-График» модуль И формирования спецификаций. Ключевой особенностью «Компас-3D» является собственного математического ядра и параметрических использование технологий.

Система «Компас-График» входит в состав «Компас-3D» и предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности (машиностроение, архитектура, строительство) при создании деталей И сборочных чертежей отдельных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы, схем, таблиц, инструкций, расчетно-пояснительных спецификаций, записок. технических условий, текстовых и прочих документов.

Система «Компас-3D LT» является бесплатной упрощенной версией «Компас-3D» (без возможности моделирования сборок) и предназначена для использования в школах, кружках, а также в личных образовательных целях. В ее состав, помимо упрощенной версии «Компас-3D», также входит система автоматизированного проектирования «Компас-График».

Выпущенная в 2011 году бесплатная система «Компас-3D Home» предназначена для использования в домашних и образовательных целях. В состав системы входит свыше 50 приложений для машиностроения, приборостроения и строительства. В поставку с системой «Компас-3D Home» входит встроенное в неё интерактивное учебное пособие «Азбука КОМПАС» с уроками по освоению 3D-технологии. Функционально «Компас-3D Home» отличается от «Компас-3D» отсутствием некоторых библиотек и приложений.

Система «Учебная версия "Компас-3D"», являющаяся полнофункциональной бесплатной версией «Компас-3D», предназначена для использования школьниками, студентами и аспирантами на домашних компьютерах в учебных целях, доступна для загрузки после регистрации на сайте образовательной программы Аскон. Функционально «Учебная версия "Компас-3D"» ничем не отличается от профессиональной и обладает полным комплектом библиотек и приложений.

САТІА – система автоматизированного проектирования (САПР) французской фирмы Dassault Systèmes.

CATIA V1 была анонсирована в 1981 году. CATIA V4 была анонсирована в 1993 году и создавалась для Unix-подобных операционных систем, CATIA V5 была анонсирована в 1998 году и это первая из версий, которая может работать под управлением Microsoft Windows. CATIA V5 была написана с «нуля» и воплотила в себе передовые технологии САПР конца XX – начала XXI века. В первое время CATIA V5 не пользовалась популярностью на рынке, и, чтобы стимулировать переход с V4 на V5, Dassault Systèmes выдвинула концепцию управления жизненным циклом изделия (англ. Product Lifecycle Management, PLM). Концепция оказалась удачной, и её подхватила почти вся индустрия САПР.

В феврале 2008 года Dassault Systèmes анонсировала новую версию системы – CATIA V6. V6 поддерживает программы моделирования для всех инженерных дисциплин и коллективные бизнес-процессы на протяжении жизненного цикла изделия. Новая концепция получила название «PLM 2.0 на платформе V6». Суть концепции – трехмерное моделирование и коллективная работа в реальном времени. Для связи между людьми, находящимися в разных точках мира, предусмотрены средства простого подключения к интернету.

PLM 2.0 открывает возможность использовать интеллектуальные плоды онлайн-взаимодействия. Каждый пользователь может придумывать, разрабатывать продукты и обмениваться информацией о них на универсальном 3D-языке. Пользователи могут в наглядной форме оперировать одновременно виртуальными и реальными объектами.

Решения PLM V6 для малого и среднего бизнеса разрабатываются израильским филиалом фирмы Dassault Systèmes Israel (SMARTEAM).

В 2010 году произошло объединение с IBM PLM.

В PLM-решение V6 вошли системы:

- CATIA для автоматизации проектирования;

- ENOVIA для управления инженерными данными и коллективной работы;

- SIMULIA для инженерного анализа;

- DELMIA для цифрового производства.

Altium Designer – комплексная САПР радиоэлектронных средств, австралийской компанией Altium. Ранее эта же разработанная фирма САПР разрабатывала P-CAD, который приобрел популярность среди российских разработчиков электроники. В 2008 году фирма Altium заявила о прекращении поставки программных пакетов P-CAD, И предложила разработчикам использовать программу Altium Designer, которая появилась в 2000 году и изначально имела название Protel. В 2006 был проведен ребрендинг программного продукта и он получил текущее название, последняя версия которого называется Altium Designer 22.2.

Сегодня Altium Designer – это система, позволяющая реализовывать проекты электронных средств на уровне схемы или программного кода с последующей передачей информации проектировщику интегральной схемы или печатной платы. Отличительной особенностью программы является проектная структура и сквозная целостность ведения разработки на разных уровнях проектирования. Изменения в разработке на уровне платы могут мгновенно быть переданы на уровень интегральной схемы и обратно. Также в качестве приоритетного направления разработчиков данной программы стоит отметить интеграцию ECAD и MCAD-систем. Теперь разработка печатной платы возможна в трехмерном виде с двунаправленной передачей информации в механические САПР (Solid Works, Pro/ENGINEER, NX и др.).

**OrCAD** – пакет компьютерных программ, предназначенный для автоматизации проектирования электроники. Используется в основном для создания электронных версий печатных плат для производства печатных плат, а также для производства электронных схем и их моделирования.

Название OrCAD произведено от слов «Oregon» и «CAD».

Продукты серии OrCAD принадлежат компании Cadence Design Systems. Последняя версия OrCAD имеет возможность по созданию и поддержке базы данных доступных интегральных схем. База данных может быть обновлена путём скачивания пакетов производителей компонентов, таких как Texas Instruments.

В состав пакета входят следующие модули:

- Capture – редактор принципиальных схем;

- Capture CIS Option – менеджер библиотек Active Parts;

- PSpice Analog Digital – пакет аналого-цифрового моделирования;

- PSpice Advanced Analysis – пакет параметрической оптимизации;

- PSpice SLPS option – интерфейс связи с пакетом Matlab;

- PCB Designer – редактор топологий печатных плат;

- SPECCTRA for OrCAD – программа автоматической и интерактивной трассировки;

- Signal Explorer – модуль анализа целостности сигналов и перекрестных искажений.

Профессиональная CAD-система **MicroStation** лежит в основе линейки продуктов компании Bentley Systems и является одним из наиболее мощных инструментов для проектирования. Позволяет пользователю:

- реализовывать инженерные проекты любой степени сложности;

- создавать топографические карты различного масштаба;

- настраивать инструменты для инженерных расчётов;

- накладывать фотореалистичные текстуры на весь проект и отображать их в реальном времени.

Усовершенствованные возможности параметрического 3D-моделирования MicroStation позволяют специалистам в любой отрасли инфраструктуры реализовывать основанные на данных модели BIM.

MicroStation обеспечивает возможность совместной работы команды проекта, включая работу над проектами и моделями, созданными с помощью приложений BIM от Bentley. В результате можно создавать комплексные универсальные модели BIM и выпускать проектную документацию. Поскольку команда проекта работает в универсальном приложении для моделирования, все участники смогут легко общаться, обмениваться результатами и поддерживать целостность данных.

MicroStation и все приложения Bentley для BIM основаны на единой платформе комплексного моделирования.

Основные возможности MicroStation:

- автоматизация проектной документации: комплексные модели BIM для

автоматизации создания и совместного использования проектной документации, в том числе чертежных листов, графиков, моделей, визуализаций и т. д.;

- моделирование реальности: интеграция контекстной информации для конструкций, включая изображения, облака точек, данные ГИС, Revit или другие модели, файлы DWG, внешние источники данных, такие как карты Bing и т. д.;

- встроенная геокоординация: разработка моделей BIM в точном географическом и геометрическом контексте;

- функциональные компоненты: параметрическое 3D-моделирование для усовершенствованного проектного моделирования с учетом 2D- и 3Dограничений для сбора информации и моделирования проекта;

- гипермоделирование: более наглядное представление конструкции с интеграцией подробной аннотированной документации с 3D-моделями.

**Piranesi** – растровый редактор для обработки трехмерных моделей. Разработан специально для архитекторов, дизайнеров, визуализаторов, с целью создания нефотореалистичного рендеринга проектов. Являясь двумерным, считывает информацию с трехмерной графики. Учитываются параметры цвета (сохраняется информация о цвете каждого пикселя), материала, глубины. Программа разработана английской компанией Informatix. Названа в честь знаменитого итальянского архитектора, художника-графика, мастера архитектурных пейзажей – Джованни Баттисты Пиранези. В настоящее время Piranesi доступен на платформах Mac OS и Microsoft Windows.

Piranesi сохраняет в двумерном изображении информацию об объёмных свойствах модели. Все параметры обрабатываются, а инструменты применяются с учётом перспективы.

Кроме цветового канала (RGB) работа ведется в каналах глубины и материалов.

Рисование и эффекты применяются к указанным частям изображения, не требуя создания масок. Это возможно благодаря встроенной в Piranesi системе блоков.

Piranesi позволяет оформлять иллюстрации в различной стилистике: уголь, акварель, эскиз, карандашный рисунок, пейзаж и т. д.

Работа идет быстрее, чем в реальном 3D, а результат более реалистичный, чем в 2D.

2D- или 3D-фильтры, эффекты, материалы и рисующие инструменты применяются к отдельным элементам сцены.

Вставка двухмерных объектов с учётом их расположения и генерация трехмерных теней.

Piranesi допускает повторное выполнение действий с различными параметрами.

Программа содержит около 3000 растровых картинок, текстур, фотореалистичных и нефотореалистичных аппликаций для использования в художественных представлениях. ArchiCAD – программный пакет для архитекторов, основанный на технологии информационного моделирования (Building Information Modeling – BIM), созданный венгерской фирмой Graphisoft. Предназначен для проектирования архитектурно-строительных конструкций и решений, а также элементов ландшафта, мебели и т. п.

При работе в пакете используется концепция Виртуального Здания. Суть её состоит в том, что проект ArchiCAD представляет виртуальную модель реального здания, существующую в памяти компьютера. Для её выполнения проектировщик на начальных этапах работы с проектом фактически «строит» здание, используя при этом инструменты, имеющие свои полные аналоги в реальности: стены, перекрытия, окна, лестницы, разнообразные объекты и т. д. Завершив этап моделирования, пользователь может извлечь из «виртуального здания» все необходимые данные для создания проектной документации: планы этажей, фасады, разрезы, экспликации, спецификации, визуализации и пр. ArchiCAD является одним из первых приложений в АИС-индустрии, реализовавших поддержку подхода OPEN BIM на основе межплатформенного формата взаимодействия IFC.

Основным преимуществом программы является естественная взаимосвязь между всеми частями проекта. Технология «виртуального здания» (BIM) позволяет работать не с отдельными, физически никак не связанными между собой чертежами, а со всем проектом в целом. Любые изменения, сделанные, например, на плане здания, автоматически отобразятся (перестроятся) на разрезах, видах, в спецификациях, экспликациях и пр. Такой подход обеспечивает значительное сокращение времени проектирования. Кроме того, при правильной работе с виртуальным зданием гарантировано обнаружение и устранение большинства проблем, которые обязательно проявились бы на более поздних этапах проектирования или, что ещё хуже, уже на строительной площадке.

Благодаря большому количеству настроек стандартных инструментов, объекты настраиваются в соответствии с пожеланиями пользователя.

ArchiCAD позволяет работать над одним проектом группе архитекторов. Развитая система групповой работы (teamwork) также сокращает время проектирования и способствует недопущению несоответствий в частях проекта, разрабатываемых разными архитекторами.

Недостатком программы можно считать ограниченные возможности по созданию объектов со сложной, нестандартной геометрией, что зачастую не позволяет проектировщику стандартными средствами реализовать все свои идеи в полной мере. Для решения такой проблемы можно воспользоваться импортом из сторонних программ наподобие Cinema 4D, 3ds Max. Также ArchiCAD не предусматривает многовариантности проектирования (это решение не выделено в отдельный инструмент – класс) – в любой момент времени в рамках одного файла предпочтительно иметь один полноценный вариант принимаемых архитектурно-строительных решений (однако этот недостаток до некоторой степени можно решить отображением комбинаций слоев).

Некоторым недостатком можно считать достаточно высокую стоимость ArchiCAD. Однако начиная с 2006 года компания «Graphisoft» предлагает начинающим пользователям урезанную версию программы ArchiCAD StarT Edition.

Приложение **GS.Geology** входит в состав программного комплекса GeoSolution для Autodesk Civil 3D, разработанного ООО «ПОИНТ Инжиниринг». GS.Geology предназначено для построения разрезов по данным инженерно-геологических изысканий на объектах (трасса, профиль, вид профиля, вид сечения) Autodesk Civil 3D, а также на объектах, созданных с помощью приложения GS.Trace&Profile, – модуля для построения трасс и профилей.

Приложение GS.Geology состоит из 2-х частей: база данных геологических скважин на платформе SQL-сервера и графической части на платформе Autodesk Civil 3D для построения инженерно-геологических разрезов по данным этих скважин.

Основные функциональные возможности GS.Geology:

- создание геологической информации на трассах и профилях, полученных средствами Autodesk Civil 3D, приложения GS.Trace&Profile;

- размещение на чертеже трассовых и свободных скважин; различные способы создания проекций свободных скважин на оси трассы;

- назначение стилей скважины на плане и профиле в соответствии с типом скважины;

- различные настройки для оформления чертежей в соответствии с требованиями заказчика;

- удобный механизм загрузки настроек из других чертежей или шаблонов;

- настраиваемые геолого-литологические колонки скважин; редактор колонок; пользовательские стили изображения;

- автоматическое создание слоев геологического разреза на заданном участке трассы, стратиграфические и литологические границы грунтов; штриховка слоев по ГОСТ 21.302-2013;

- корректировка границ грунтов по рельефу с различными коэффициентами;

- выделение участков разреза для редактирования; локальное перестроение разреза при изменении исходных данных;

- интерактивное редактирование границ грунтов, создание линз и выклиниваний, спрямление границ; нанесение на каждый слой грунта номера инженерно-геологического элемента, группы по трудности разработки согласно ГЭСН-2017, геологических индексов, крупности песка;

- подключение геологической информации к другим профилям трассы; генерация легенды по каждому профилю;

- автоматическая генерация ведомостей по трассе в формате MS Excel;

- генерация и редактирование разрезов на поперечных сечениях – видах сечений Autodesk Civil 3D;

- создание скважин-интерполянтов для учета геологических данных продольного профиля на поперечных сечениях или пересекаемых разрезов (площадка);

- сохранение геологической информации в базу проекта на MS SQL Server; создание геологической информации из базы проекта на трассы GS.Trace&Profile, полученные с помощью объединения или разделения – функций, использующихся при выполнении перетрассировок.

- экспорт точек по подошвам каждого слоя разреза и выработки в формат точек поверхностей LandXML для дальнейшего построения поверхностей AC3D по кровле и подошве каждого слоя; экспорт в формат ags (Geotechnical Module);

- экспорт в открытый формат GeoXML.

**Mineframe** – система автоматизированного планирования, проектирования и сопровождения горных работ, созданная Горным институтом Кольского научного центра РАН.

Система предназначена для комплексного решения широкого круга геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике работы горнодобывающих предприятий, научных и проектных организаций.

Система содержит обширный набор инструментов, позволяющих работать с трехмерными моделями объектов горной технологии. Среди них геологические пробы, рудные тела и пласты, маркшейдерские точки, горные выработки, выемочные единицы, конструктивные элементы и узлы системы разработки, естественные и технологические поверхности (включая карьеры и отвалы), склады (штабели) и развалы горной породы.

Программные средства системы обеспечивают коллективный, контролируемый доступ к удаленным базам данных (БД), что позволяет формировать единое информационное пространство предприятия. Создаваемые в рамках системы автоматизированные рабочие места геологов, маркшейдеров и технологов позволяют решать большинство задач, встречающихся при планировании, проектировании и сопровождении горных работ.

Mineframe включает в себя:

- GeoTools – редактор для ведения БД по геохимическому опробованию месторождения, выполнения операций первичной обработки данных опробования и формирования на их основе отчетной документации;

- GeoTech-3D – многофункциональный 3D-редактор для создания и визуализации моделей объектов горной технологии и решения на этой основе геологических, маркшейдерских и технологических задач, встречающихся в практике работы горнодобывающих предприятий, научных и проектных организаций;

- GeoDesign – графический редактор для создания моделей типовых конструктивных элементов и узлов системы разработки и формирования БД моделей объектов этого типа;

- GeoUsers – программа управления режимом доступа пользователей к удаленным БД, ведения журнала изменения объектов, архивации и восстановления БД;

- MineGear – программа диспетчеризации, которая представляет собой комплекс программных средств для мониторинга, оперативного управления горнотранспортным оборудованием карьеров и оптимизации транспортных перевозок.

Mineframe решает следующие задачи:

- формирование базы данных геологического опробования месторождений;

- создание векторных, каркасных и блочных моделей объектов горной технологии;

- визуализация моделей объектов в трехмерном пространстве, на вертикальных разрезах и планах;

- геостатистический анализ месторождений и создание на этой основе блочных моделей распределения компонентов полезного ископаемого в границах рудных тел (пластов);

- построение изолиний равных высотных отметок поверхностей, мощности геологических тел и содержания полезного ископаемого по данным опробования;

- формирование базы данных (каталога) маркшейдерских точек и решение на их основе различных маркшейдерских и геодезических задач, включая обработку результатов тахеометрической и теодолитной съемки;

- создание моделей подземных горных выработок по данным маркшейдерских планшетов с использованием механизма автоматизированного размещения сечений выработок;

- моделирование проходки горных выработок и анализ результатов проходки за календарный период;

- подсчет объемных и качественных показателей выемочных единиц, в том числе и при календарном планировании отбойки (выемки);

- формирование базы данных моделей конструктивных элементов и узлов системы разработки для последующего использования при решении задач проектирования горных работ;

- горно-геометрический анализ и оптимизация границ карьера по экономическим показателям;

- планирование открытых горных работ, проектирование карьеров и массовых взрывов;

- формирование рабочих чертежей в стандарте горной графики;

- визуализация результатов мониторинга технологических и природных процессов, включая мониторинг транспорта и сейсмических событий.

**Micromine** – горно-геологическая информационная система (ГГИС), относится к прикладному профессиональному программному обеспечению для горных инженеров, геологов и маркшейдеров. Программное обеспечение разрабатывается австралийской компанией MICROMINE Pty Ltd с 1984 года.

Система сочетает в себе черты разных типов программного обеспечения. Так, в своей работе программа использует многие приемы графических 3D- редакторов: для визуализации трехмерных и данных двухмерной среды – планов и разрезов, в Micromine используется 3D графический интерфейс «Визекс» (англ. Vizex).

По своему устройству программа близка к системам управления базами данных (СУБД). Основой для создания проекта в программе является база данных – набор таблиц с координатной и атрибутивной информацией (расположение скважин и разрезов с результатами их опробования). При наличии базы данных с помощью ПО создаются графические объекты: траектории скважин, блоки на разрезах, модели рудных тел.

Программная система предназначена для моделирования горногеологических данных, оценки запасов, маркшейдерского обеспечения и проектирования горных работ.

Инструменты программы позволяют создать единое информационное пространство на предприятии, другими словами, создать геологическую модель. Модель структурирует горно-геологические данные, содержит информацию о качественных показателях полезного ископаемого, тектонических нарушениях, наглядно отражает залегание пластов и рудных тел.

Помимо геологической модели создается сеть подземных горных выработок для подземной отработки месторождения. При открытой разработке отстраивается положение горных работ на карьере, а также отвалы и дороги.

На основании модели производится анализ и дальнейшее планирование горных работ. Планирование в ГГИС позволяет получить оптимальную последовательность отработки месторождения, итоговую отчетность по отработанным объемам за заданный период.

Micromine Nexus – простая и удобная платформа для хранения и управления горно-геологическими данными. В отличие от обычной сетевой папки, она имеет специальный интерфейс и легко настраивается, позволяет добавлять к файлам различную атрибутивную информацию, которую можно использовать для удобного поиска и группировки.

Micromine Geobank – гибкое и надежное решение для хранения, обработки и работы с базами горно-геологических данных.

Micromine Origin предоставляет геологоразведочным компаниям комплексные, гибкие и эффективные функциональные возможности для определения и анализа перспективных площадей.

Micromine Beyond предоставляет единую интегрированную среду для оптимизации всех аспектов ОГР и ПГР, проектных работ и маркшейдерии.

Micromine Alastri позволяет провести планирование открытых горных работ на срок от смены до полной отработки месторождения.

Micromine Pitram – это комплексное решение для управления рудником и парком техники для сбора, управления, анализа данных и оптимизации всех работ на руднике. Система собирает и объединяет основные данные по производственным активам (оборудование, горная масса, местоположение техники и людей) для предоставления информации в режиме реального времени, повышая промежуточные и конечные результаты работ.

# 1.11. Понятие ВІМ-технологий

В последние несколько десятилетий в мире развивается такой новый класс информационных систем, как BIM-технологии. BIM (Building Information Modeling или информационное моделирование зданий) – система, предназначенная для создания и управления информацией о строительном проекте на протяжении всего его жизненного цикла, от планирования до эксплуатации и сноса. Данный класс информационных систем является новым подходом к проектированию, строительству и управлению объектами недвижимости.

Основными особенностями ВІМ-технологий являются:

- цифровая модель: вместо традиционных чертежей создается трехмерная цифровая модель здания, включающая геометрические характеристики объектов, а также данные о материалах, размерах, стоимости и других параметрах;

- интеграция данных: все участники проекта работают с единой моделью, что позволяет избежать ошибок и несоответствий между различными этапами проектирования и строительства;

- многопараметрическое моделирование: в модели учитываются не только пространственные параметры, но и временные (графики работ), стоимостные (бюджет) и другие аспекты;

- автоматизация процессов: BIM позволяет автоматизировать многие рутинные процессы, такие как расчет объемов материалов, составление смет и отчетов;

- интеграция: благодаря использованию облачных технологий и специализированных платформ все участники проекта могут одновременно работать над одной моделью, обмениваясь изменениями и обновлениями в режиме реального времени;

- анализ и симуляция: с помощью BIM можно проводить различные виды анализа, включая энергетический аудит, анализ освещенности, пожарную безопасность и многое другое;

- управление объектом после завершения строительства: BIM-модель может использоваться для обслуживания и модернизации здания на всех этапах его эксплуатации.

Как уже было сказано, основной концепцией ВІМ-технологий является «виртуальное здание». Это означает, что вместо отдельных чертежей объекта проектирования создается его модель, по мере работы с которой автоматически накапливается вся информация о проекте: положение конструктивных элементов, их покрытия и материалы, геометрические размеры, расстановка мебели, параметры освещения, ландшафтный дизайн прилегающей территории и т. п.

Данный подход позволяет управлять капитальным строением на всех жизненных стадиях развития: строительства, эксплуатации, реконструкции и сноса. Будущее развитие BIM-технологий связано с интеграцией данного класса информационных систем с геоинформационными системами (ГИС) для создания цифровых двойников городов (Smart-city). Цифровой двойник города – это виртуальная модель городской инфраструктуры, всех его систем, которая объединяет массивы данных о городе и отражает их изменения, а также выступает инструментом поддержки управленческих решений, построенным на основе математической и информационной модели целевой системы.

Сегодня в мире насчитывается более 500 цифровых двойников городов, однако наиболее существенными, являются цифровые двойники Стокгольма, Антверпена, Бостона и Сингапура.

Стокгольм использует свой OpenCities Planner для потоковой передачи информационных моделей территории, содержащих большое количество наложенных данных, для быстрого и удобного обмена информацией. Виртуальный двойник позволяет решать стратегические и локальные задачи. Например, с помощью симулятора можно спрогнозировать и визуализировать различные сценарии поведения общественных масс на крупных городских мероприятиях, благодаря чему наилучшим образом организовать входы и выходы в областях наибольшего скопления людей, тем самым повысив безопасность.

Цифровая трехмерная модель Антверпена запущена в 2018 году и объединяет данные о шумовом загрязнении города с информацией о качестве воздуха и ситуации на дорогах. Виртуальный двойник позволяет получать доступ к актуальным данным с различных городских сервисов в режиме реального времени, делать точные прогнозы на будущее и принимать оптимальные решения в кратчайшие сроки. Одним нажатием кнопки можно прогнозировать различные сценарии развития городских систем и анализировать их влияние друг на друга.

В 1980-е годы Бостонское агентство планирования и развития (ВРDА) создало деревянную модель центра города. С помощью макета власти города определили допустимую высотность построек вблизи старейшего городского парка страны Boston Common и закрепили эти нормы законодательно. Согласно закону, новые здания и сооружения должны были минимально затенять охраняемую территорию. В 2016 году в связи с планами по строительству вблизи парка высотности, что побудило правительство Бостона принять решение о создании цифровой 3D-модели города с инструментами для оценки влияния теней от планируемых построек на окружающее пространство и планирования развития территории.

Сегодня самым масштабным является проект по разработке информационной 3D-модели города-государства Сингапур Virtual Singapore стоимостью \$73 млн, который был начат в 2014 году и завершен в 2020 году. На трехмерной карте Сингапура представлены не только здания и дороги, но даже двери, окна, скамейки в парке и фонарные столбы. С помощью цифрового двойника власти могут спрогнозировать, как открытие нового предприятия

67

повлияет на окружающую среду или как строительство стадиона изменит ситуацию на дорогах.

Одной из целей внедрения ВІМ-технологий является техническая инвентаризация недвижимого имущества – сбор, установление и обработка сведений о наличии, местонахождении, составе, площади и других характеристиках, состоянии, стоимости недвижимого имущества на основе результатов обследования недвижимого имущества в натуре.

При технической инвентаризации осуществляются:

- техническая паспортизация объекта – техническая инвентаризация, проводимая впервые;

- формирование инвентарного дела;

- проведение последующих обследований объектов учета и внесение изменений в учетно-техническую документацию инвентарного дела.

При проведении технической инвентаризации осуществляется проверка характеристик недвижимого имущества. Проверка характеристик недвижимого имущества – обследование фактического состояния объектов недвижимого имущества и сверка соответствия их фактического состояния с данными инвентарного дела соответствующего объекта недвижимого имущества и данными единого государственного регистра недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним.

К объектам технической инвентаризации относятся:

- капитальные строения (здания, сооружения);

- незавершенные законсервированные капитальные строения;

- изолированные помещения, в том числе жилые;

- машино-места.

Основой функционирования системы государственного технического учета являются:

- инвентаризационный архив, который служит для хранения инвентарных дел;

- автоматизированная многоуровневая и многоцелевая база данных (электронный архив), которая обеспечивает формирование и печать различных форм учетно-технических сведений, представляемых территориальными организациями по государственной регистрации недвижимого имущества, прав на него и сделок с ним (филиалами, бюро таких организаций).

Основная цель государственного технического учета и технической инвентаризации состоит в создании обновляемой во времени информационной базы с техническим уклоном об объектах недвижимого имущества, их владельцах и собственниках с момента возникновения объекта до момента его фактического исчезновения. Задачи государственного технического учета и технической инвентаризации:

- обеспечение полной объективной информацией органов государственной власти, на которые возложен контроль осуществления градостроительной деятельности;

- формирование в целях совершенствования планирования развития территорий и поселений обобщенной информационной базы об объектах капитального строительства и их территориальном распределении;

- обеспечение полноты и достоверности сведений о налоговой базе по объектам, принадлежащим гражданам на праве собственности, для определения размера налога на имущество;

- информационное обеспечение функционирования системы государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним и государственного кадастра недвижимости;

- сбор и предоставление сведений об объектах капитального строительства для проведения государственного статистического учета.

Результатом технической инвентаризации является составленный на объект недвижимости технический паспорт, который является основным документом инвентарного дела и в котором содержится описание фактического состояния объекта недвижимого имущества, сведения о составе, площади и других его характеристиках, инвентарный номер (при его наличии), адрес (местонахождение) и другие данные об объекте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Булков, А.Б. Прикладные компьютерные программы: учеб. пособие [Электронный ресурс]. – Электрон., текстовые и граф. данные (3,2 Мб) / А.Б. Булков, Д.И. Бокарев. – Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2015.

2. Введение в ГИС Autodesk Map: метод. указания по лабораторным занятиям для студентов направлений 120300 и 120700 «Землеустройство и кадастры» / Нижегор. гос. архитектур.-строит. ун-т; сост. Н.А. Кащенко, Е.В. Попов, А.В. Чечин. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2012. – 54 с.

3. Компьютерная графика AutoCAD 2018 : учеб. пособие / Т.И. Кириллова, С.А. Поротникова, Н.В. Семенова ; под общ. ред. доц., канд. техн. наук Н.В. Семеновой. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 224 с.

4. Компьютерная графика в САПР : учеб. пособие / А.В. Приемышев [и др.]. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2017. – 192 с.

5. Основы САПР : учеб. пособие / А.А. Атаманов ; СибГУ им. М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2021. – 92 с.

6. Основы САПР : электронный учебник / Сост.: И.П. Норенков, В.А. Трудоношин, М.Ю. Уваров, Е.В. Федорук [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <u>http://window.edu.ru/resource/218/79218</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

7. Основы систем автоматизированного проектирования: курс лекций / сост. Е.И. Атлягузова. – Тольятти: Тольяттинский гос. ун-т, 2008. – 74 с.

8. САПР информационных технологий : электронная техническая информация и документация : учеб. пособие / Р.А. Таганов, А.И. Таганов ; Рязан. гос. радиотехн. акад. – Рязань, 2004. – 48 с.

9. AutoCAD Raster Design 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>https://cad.ru/support/bz/archive/75/autocad-raster-design-2010/</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

10. Autodesk AutoCAD Map 3D [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>https://help.autodesk.com/view/MAP/2022/RUS/</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

# 2. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. Лабораторные работы

#### Задание 1. Создание карты в AutoCAD Map 3D

Создайте файл карты: выберите *Создать – Чертеж*, выберите шаблон *map2d.dwt*, нажмите кнопку *Открыть*.

Задайте для карты систему координат: выберите вкладку Настройка карты, панель Система координат – Назначить СК. Измените категорию на World/Continental. Выберите WGS84.UPSNorth – Назначить.

Для подключения карты к файлам пространственных данных используйте функцию Подключение данных.

В окне *Подключение данных* можно подключить любой источник данных, кроме DWG:

- базы данных, такие как ArcSDE, Oracle или SQL Server;

- источник ODBC, такой как Microsoft Access;

- файл растрового изображения;

- веб-источники, такие как WMS и WFS;

- файлы пространственных данных, такие как SDF и SHP.

В окне «Подключение данных» отображается информация обо всех подключенных источниках данных, отличных от файлов DWG, даже если для их подключения не используется данное окно. Например, перемещенный на карту файл SDF отобразится в списке диалогового окна *Подключение данных*.

В Диспетчере отображения карты выберите команду Данные – Подключиться к данным... В списке Подключения данных по поставщикам выберите Добавить подключение SHP. Нажмите значок файла рядом с полем Исходный файл или папка. Перейдите к папке, в которую были скопированы файлы образца, и выберите файл Boundary.shp. Нажмите кнопку Открыть. Нажмите кнопку Установить соединение, чтобы добавить файл данных границы города в качестве источника данных. В поле Добавить данные на карту выбран слой «Граница».

Система координат для этого класса элементов отображается рядом с его именем. Если эта информация некорректна, выберите команду Изменить системы координат для изменения системы координат. Изменяйте входящую систему координат, только если известна исходная система координат для элемента. Не меняйте систему координат для соответствия карте. AutoCAD Map 3D автоматически преобразует каждый элемент из его собственной системы координат В систему текущей карты (т.е. осуществляет Если перепроецирование «на лету»). координат, изменить систему преобразование может быть выполнено неверно.

Нажмите кнопку Добавить на карту (рисунок 1.1).



Рисунок 1.1 – Добавление данных на карту

При нажатии кнопки Добавить на карту слой «Граница» отображается в списке в Диспетчере отображения. Для слоя можно определить стиль, его можно сохранить, отобразить или скрыть независимо от других слоев на карте.

Таким же способом добавьте на карту слои улично-дорожной сети (*Roads.shp*) и зданий (*Buildings.shp*).

Сохраните файл. Нажмите кнопку — *Сохранить как – Чертеж AutoCAD – Lab1.dwg*.

Слои в списке Диспетчера отображения размещаются в порядке следования для карты. Элемент вверху списка также находится в начале порядка прорисовки. Перетаскивание слоя «Дороги» ниже слоя «Граница» приводит к частичному сокрытию улично-дорожной сети под границей города (рисунок 1.2).


Рисунок 1.2 – Порядок слоев в Диспетчере отображения

Чтобы отобразить улично-дорожную сеть в пределах города, измените цвет слоя границ города на прозрачный и сделайте здания полупрозрачными. На вкладке *Диспетчер отображения* выберите слой *Boundary* (граница города).

Щелкните *Стиль*, чтобы вызвать *Редактор стилей*. Если окно *Редактор стилей* закреплено, чтобы отобразить его, наведите на него курсор. Оно может располагаться в левой части окна приложения.

В Редакторе стилей выполните следующие действия.

В разделе *Стиль полигона для масштабного диапазона* 0 – бесконечность выберите *Стиль* – элемент заливки для стиля, измените цвет заливки на Цвет отсутствует и нажмите кнопку *Применить*.

Затем нажмите кнопку Закрыть.

Не закрывая *Редактор стилей*, выберите слой *Buildings* на вкладке *Диспетчер отображения*. Диалоговое окно *Редактор стилей* обновится, отображая значения для слоя «Здания».

Выберите запись *Стиль* еще раз, выберите элемент заливки, установите значение *Прозрачность* равным 40 (рисунок 1.3). Нажмите кнопку *Применить*. Затем нажмите кнопку *Закрыть*. Закройте *Редактор стилей*.

В диспетчере отображения щелкните правой кнопкой мыши слой *Boundary* и выберите команду *Показать в границах* для просмотра результатов.

Сохраните карту.



Рисунок 1.3 – Редактор стилей

Тема – это тип стиля отображения. В каждом слое назначьте стили для геопространственных элементов. Свяжите описание темы со значением зданий: более светлые цвета обозначают здания с меньшими значениями, а более темные – участки с большими значениями. Значение здания – это «условие», используемое для определения цвета участка карты. Для темы используется диапазон цветов, соответствующий аналогичному диапазону значений. Можно также использовать тему для отображения соответствующей области, плотности населения, глубины воды или высоты географических элементов. Тематические стили используются для быстрого обнаружения значения каждого здания в программе просмотра.

Создайте тему для слоя Buildings. На вкладке Диспетчер отображения выберите слой земельных участков и нажмите Стиль. В Редакторе стилей в группе Стиль полигона для масштабного диапазона 0 – бесконечность выберите Новая тема...

В диалоговом окне *Тема слоя* в разделе *Создать тематические правила на* основе свойства щелкните стрелку вниз рядом с кнопкой *Свойство* и выберите *Area*. Не изменяйте минимальное, максимальные значения и значения распределения (рисунок 1.4).

Тема слоя	×
Создать тематическ	кие правила на основе свойства 🛛 👔
Свойство:	Area $\checkmark$
Минимальное значение:	6.74436742558
Максимальное значение:	28081.1565649
Распределение:	Равный 🗸
Число правил:	5 Заменить существующие правила
Диапазон стилей:	
🗹 Создать условны	е обозначения
Текст легенды:	<Ввести метку легенды>
Формат легенды:	<Текст символа> <мин> на <макс>
Создать метки эл	лементов
Метка:	
Сброс	ОК Отмена

Рисунок 1.4 – Тема слоя

Нажмите многоточие рядом с *Диапазоном стилей*. Выберите элемент заливки. Измените первый цвет для линейно изменяющегося цветового шаблона на желтый, конечный – на темно-красный. Дважды нажмите ОК для возврата в *Редактор стилей* (рисунок 1.5).

	Іовая тема   📇 Добавить г	травило 🕒 Копировать 义	🕻 Удалить 😽 Удалить все 🛛 👕	Вверх 🕁 Вниз	
	Тематические правила	Стиль	Метка легенды	Метка элемента	
	"Area" >= 6.74436742558		6.74436742558 to 5621.620	б Нет	
	"Area" >= 5621.626806920		5621.62680692046 to 1123	нет	
	"Area" >= 11236.50924641		11236.5092464153 to 1685	Нет	
	"Area" >= 16851.39168591		16851.3916859102 to 2246	Нет	
•	"Area" >= 22466.27412540		22466.2741254051 to 2808	Нет	
	(по умолчанию)			Нет	

Рисунок 1.5 – Оформление новой темы

Метку для каждого здания можно добавить на основе его идентификатора. С выбранным слоем *Buildings* в *Pedakmope стилей* щелкните первое поле столбца *Метка элемента*. В поле выбрано значение *Hem*. В диалоговом окне *Метка стиля* выберите *Добавить метку*. В списке *Tekcm* выберите *osm\_id*. Не изменяйте текущие значения других параметров. Нажмите *Применить*, а затем *Закрыть* (рисунок 1.6).

A Метка стиля		Х
Контекст размера: Единица:	<ul> <li>Устройство</li> <li>Карта</li> <li>Миллиметры</li> </ul>	
Метка и стиль		
Добавить метк	y (P C) 🕅	2
текст		
<	>	
Выбор обозначен	ия: Текст мтекст ~	
Arial ~	4 <u>· A</u> · B I U O ≡ · bg · !≡ ·	
Рамка: 🗛 👻 🐴	■ Мат Поворот: 0	
Текст:	osm id 🗸	
	osm_id	
Предварительный	просмотр	1
	текст	
Сброс	Применить Закрыть Справк	a

Рисунок 1.6 – Метка стиля

Повторите шаги по определению метки для каждой темы.

Закройте *Редактор стилей*, чтобы снова увидеть карту. Цвет зданий на карте отображает связанные значения площади, а идентификатор появляется в качестве меток на каждом здании. Чтобы просмотреть метки, выполните увеличение (рисунок 1.7). Сохраните карту.



Рисунок 1.7 – Просмотр меток зданий

Стили используются для отображения объектов по-разному в зависимости от уровня зумирования. В этом примере при увеличении масштаба изображения в программе просмотра дороги отображаются черным цветом с желтой штриховой осевой линией. При уменьшении масштаба изображения в программе просмотра дороги отображаются сплошным черным цветом. При максимальном уменьшении масштаба изображения в программе просмотра дороги не отображаются совсем.

В Диспетчере отображения выберите слой Roads и нажмите Стиль. В Редакторе стилей выберите поле Стиль. В диалоговом окне Стиль линии выберите команду Добавить обозначение (рисунок 1.8).

🔺 Стиль линии			×
Контекст размера:	<ul> <li>Устройство</li> </ul>	🔘 Карта	
Единица:	Миллиметры		~
Обозначение и стиль			
Добавить обозначе	ние	<b>4</b>	2 🗙
			^
<		>	

Рисунок 1.8. – Добавление обозначения

Для нижней линии композитного стиля установите для параметра *Единица* значение *Миллиметры*. Установите толщину линии, равную 2. Измените цвет на черный (если используется другой цвет).

Создайте вторую часть стиля линии. В области Обозначение и стиль выберите верхнюю линию. В разделе Выбрать обозначение укажите пример

штриховой линии. Оставьте желтый цвет линии (или измените его на желтый, если используется другой цвет). Обратите внимание, что при предварительном просмотре теперь отображается темная линия с желтой штриховой линией внутри (рисунок 1.9). Нажмите кнопку Применить, а затем Закрыть.



Рисунок 1.9 – Композитный стиль линии

Теперь необходимо определить масштабные диапазоны и назначить для них стили. Каждый масштабный диапазон отображает уровни зумирования, при которых отображается стиль. При изменении масштаба отображается стиль выбранного диапазона.

В области *Масштабные диапазоны* в верхней части редактора стилей щелкните слово *Бесконечность* и введите 30 000 для замены. При использовании данного диапазона будет отображаться вновь созданный композитный стиль.

Определите еще один масштабный диапазон и задайте стиль сплошной линии для него. Когда уровень зумирования находится в пределах этого диапазона, дороги отображаются как сплошные линии.

Выберите Добавить масштабный диапазон. Установите диапазон от 30000 до 50000. Щелкните поле Стиль в нижней части Редактора стилей. Удалите верхний стиль (штриховая желтая линия). Установите вес остальных (черных) линий равным 1. Нажмите кнопку Применить, а затем Закрыть.

Установите другой масштабный диапазон таким образом, чтобы при уменьшении масштаба и просмотре с большого расстояния к дорогам не применялся стиль. Снова выберите *Добавить масштабный диапазон*. Установите новый диапазон от 50000 до бесконечности. Щелкните поле *Стиль* в нижней части *Редактора стилей*. Измените цвет линии на значение *Цвет отсутствует*. Нажмите кнопку *Применить*, а затем Закрыть (рисунок 1.10).

Масштабные диапазоны для слоя Default:Roads							
🛃 Добав	вить масштабный диапазон	П Копировать	🗙 Удалить	合 Вверх	📕 Вниз		
	От	До			Просмотр: Символизация		^
	0	30000		-		-	
	30000	50000		-		_	
<b>•</b>	50000	Бесконеннос	ть				× .
<						>	

Рисунок 1.10 – Масштабные диапазоны

Теперь для данного масштабного диапазона стиль не задан. При уменьшении масштаба для просмотра с большого расстояния дороги не будут отображаться (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Отображение слоя «Дороги» при разных масштабах

Мощные возможности AutoCAD для редактирования можно использовать для построения новых элементов. При построении нового здания оно автоматически добавляется на слой, на котором оно было создано. Одновременно обновляется источник данного слоя: в него включается добавленный на слой элемент.

Выберите вкладку *Создать* – панель Элемент – раскрывающийся список *Новый элемент – Полигон*. Откроется окно *Выбрать слой*, в нем выберите *Buildings*, а затем нажмите кнопку ОК. Укажите на карте начальную точку для нового участка. Выберите область на границе города. Укажите дополнительные три точки для задания части участка и его первых трех сторон. Нажмите клавишу со стрелкой вниз на клавиатуре, чтобы просмотреть в меню варианты отрезков для динамического ввода. Нажимайте клавишу со стрелкой вниз, пока не будет отображена точка рядом с параметром *Замкнуть*, показывающая, что этот параметр выбран (рисунок 1.12).

Нажмите клавишу Enter, чтобы завершить построение полигона. Для завершения выполнения команды в меню динамического ввода выберите *Выход*. Здание создано, отображается таблица данных.

Если окно Таблица данных закреплено, чтобы отобразить его, наведите на него курсор. Если окно Таблица данных не отображается автоматически, на вкладке Диспетчер отображения выберите слой Buildings и нажмите значок Таблица.

Нажмите новую пустую строку в *Таблице данных*. Если *Таблица данных* свернута или закреплена в левой части окна приложения, для ее просмотра щелкните соответствующий значок *Показать/скрыть*. Для просмотра новой записи прокрутите *Таблицу данных* вниз.

Заполните поля данных для нового здания. Посмотрите на другие записи и определите, какую информацию необходимо ввести в каждом столбце (рисунок 1.13).



Рисунок 1.12 – Замыкание полигона



Рисунок 1.13 – Заполнение полей данных для нового здания

Для просмотра карты скройте таблицу данных. Щелкните правой кнопкой здание и выберите *Добавить выбранные*. При выполнении изменений обновляется исходный источник данных. Добавлено новое здание, а его данные обновлены для отображения изменений. Сохраните карту.

Для поиска объектов, отвечающих определенным критериям, используется *Таблица данных*. С помощью *Таблицы данных* можно увеличить соответствующую область на карте. В *Диспетчере отображения* выберите слой зданий и нажмите *Таблица*. Выберите в *Таблице данных* в списке *Фильтр по* поле *type* и введите текст *shop*. Нажмите кнопку *Применить фильтр*, чтобы показать магазины в пределах города (рисунок 1.14).

Данны	e: Buildings	~	🖉 餐 Автозу	ировани	ie 🤌 🛱 Авто	прокрутка Фильтр п	o (type):	shop	🕶 🛒 Очистить	фильтр 🔋
- A.	FeatId	OBJECTID	osm_id	code	fclass	name	type 🔺	Shape_Leng	Shape_Area	Area
	137	137	98021259	1500	building	Западный	shop	0.00182666515	1.9748E-07	1469.61305577
	938	938	192253195	1500	building	Мясная лавка	shop	0.00077696586	3.734E-08	277.854255011
	6126	6126	495522257	1500	building	Ромашка	shop	0.00064732048	2.379E-08	177.095080093
Строка		из 3 отфильтр	ованных (все	ero 6845)	Выбрано 1	Поиск для выбора 🔰 Параметры 🕞				

Рисунок 1.14 – Применение фильтра к данным

Включите параметр *Автозумирование*. Эта кнопка выделяется, когда параметр включен. Чтобы выбрать здание, щелкните крайнее левое темно-серое поле в его строке. AutoCAD Map 3D выполняет зумирование для выбранного здания (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15 – Зумирование для выбранного здания

Также можно выполнить расширенный поиск. Выберите последовательно вкладку *Главная* — панель *Данные* — *Поиск*. Данная функция позволяет выполнить запрос для слоя, задав логическое условие, например Area > 1000, для поиска зданий, площадь которых больше 1000 кв. м. Теперь на карте будут выделены те объекты, которые соответствуют запросу.

Если программа AutoCAD Мар 3D настроена на автоматическое сохранение изменений в источнике, то исходный файл обновляется в процессе обновление редактирования. Автоматическое может привести непреднамеренному сохранению изменений в хранилище данных. Для геопространственных безопасного редактирования данных отключите автоматическое обновление перед изменением элемента. После внесения изменений верните элемент в исходный файл, чтобы обновить хранилище данных и снова сделать элемент доступным для других пользователей.

При редактировании элемента он выдается и недоступен другим пользователям (если формат данных поддерживает блокировку). Другие пользователи смогут просматривать источник элементов, но не смогут изменить его до тех пор, пока он не будет возвращен.

На вкладке *Диспетчер отображения* щелкните слой *Buildings* и выберите *Таблица*. Установите изображение на одном из магазинов.

Убедитесь в том, что параметр автоматического обновления отключен. Выберите вкладку *Редактирование элемента* – панель *Набор изменений* – *Автообновление*. Если параметр *Автообновление* включен, то он темнее фона ленты.

Используйте ручки для изменения размера и формы здания. Объект редактируется, как любой другой полигон AutoCAD. Эту операцию невозможно отменить (рисунок 1.16).

Выберите вкладку Редактирование элемента – панель Набор изменений – Вернуть. Сохраните карту.

Создайте легенду, в которой перечислены слои на карте, используя цветовую кодировку для обозначения каждого слоя. Настройте легенду так, чтобы отображались только нужные слои в требуемом порядке. Этот порядок может отличаться от порядка прорисовки. Вставьте легенду в любом месте карты.

Откройте на панели задач Диспетчер отображения. Щелкните правой кнопкой слой зданий и выберите Показать в границах. Для просмотра всех тем разверните слой Buildings. В строке состояния измените макет рабочего пространства на Лист1. В появившейся вверху вкладке Инструменты компоновки выберите панель Элементы листов – Легенда (рисунок 1.17).

Найдите свободное место на карте для размещения легенды. Выберите видовой экран для легенды, щелкнув по внутренней рамке листа. Щелкните в области, в которой необходимо отобразить легенду. Размеры легенды регулируются с помощью синих стрелок на ее краях. Сохраните карту.



Рисунок 1.16 – Редактирование объекта

🔼 🖿 🗁 🗄 😽 🖪 🖶 -	♠ ་ ở ་ Ŧ						Au	utodesk AutoCAD Map	3D 2020	Lab2.dwg
мар Главная Вставить Аннот	тации Редактирование элеме	ента	Создать	Анализ	Вид	Сервис	Вывод	Настройка карты	Справка	Надстр
📑 Прямоугольный + – П Содрезка Вставить вид 🕞 Подрезка П Блокировать +	Карты Видим. Систен слоя коорди	ма інат	Легенда ,	Стрелк на севе	a p	ж Линейка масштаба				
Видовые экраны листа ч	Видовой экран карты		in channe		o Dunn	ibic.			-	
Начало Чертеж1	× Lab2* ×		Встроенн	ый						
			Leger O63op	з nd St	Title andard тилей.	1				

Рисунок 1.17 – Вставка легенды карты

В легенде отображается организационный порядок карты. В *Диспетчере* отображения можно перемещать элементы для изменения их порядка в легенде. Можно также отключить слои во избежание их отображения в легенде. Обратите внимание, что в легенде также отображается слой «Основа карты»,

который не является ее частью. Выделите строку легенды «Основа карты», нажмите правой кнопкой мыши – *Строки* – *Удалить* (рисунок 1.18).



Рисунок 1.18 – Удаление строки легенды карты

Для редактирования условных обозначений выберите ячейку для редактирования, а затем дважды щелкните текст. Для просмотра результатов щелкните за пределами легенды. Сохраните карту.

Вставлена легенда, а затем из нее удалена ссылка на слой «Основа карты». Теперь легенда отображает новый организационный порядок.

Карту со ссылками на географические данные можно опубликовать в формате DWF для размещения в Интернете или корпоративной сети. DWF (Design Web Format) – это открытый безопасный формат файла, разработанный компанией Autodesk для совместного использования данных инженерного проектирования. Файлы сильно сжаты, поэтому они меньше и по размеру, их можно быстрее передавать и просматривать. В этом формате могут содержаться данные объекта или атрибуты элемента, а также графические элементы карты.

Если всем картам на базе пространства модели в файле DWF назначены системы координат, пространственные данные автоматически преобразуются в географические координаты (широту и долготу). Программа Autodesk Design Review позволяет автоматически переходить к заданному месту при вводе координат. Она отображает координаты любого места на карте, на которое наведен курсор мыши. С помощью компьютеров со встроенным устройством GPS на основе протокола NMEA 0183 полевые работники могут центровать карту по координатам, передаваемым устройством. В результате на карте появляется значок «Мои координаты».

Содержимое файлов в формате DWF можно отобразить с помощью программы Autodesk Design Review. Она позволяет выполнять измерение, пометку, штамповку, проверку, преобразование и агрегацию содержимого в формате DWF.

Откройте вкладку *Вывод* – панель Экспорт в DWF/PDF – Параметры экспорта в DWF/PDF (MAPDWFOPTIONS)

В диалоговом окне Информация о карте выберите параметр Публиковать информацию о карте. В диалоговом окне Информация о карте выберите

элементы *Roads* и *Buildings* в списке элементов. Обратите внимание, что, если выбрать слой, все расположенные под ним элементы будут выделены автоматически (рисунок 1.19).



Рисунок 1.19 – Публикация информации о карте

Для публикации данных в файл XML щелкните значок файла в верхней правой области диалогового окна (*Сохранить как*). Укажите местоположение для публикуемого файла. Нажмите кнопку *Сохранить*. Операция публикации в DWF выполняется с использованием файла XML. В диалоговом окне *Информация о карте* нажмите кнопку OK.

Процесс публикации в DWF подобен процессу печати в файл. Параметры печати настраиваются так же, как для печати на реальном плоттере. Данные настройки применяются к рабочему листу, который подобен шаблону печати. Для активации листа необходимо отобразить вкладку *Лист* для карты.

Каждый вид карты (изначально включающий пространство модели и пространство листа по умолчанию) считается листом подшивки карты. В диалоговом окне *Публикация* можно задать листы для публикации и определить способ публикации: плоттер или файл.

Перейдите на вкладку *Вывод* – панель *Печать* – *Печать*. В диалоговом окне *Печать* в области *Принтер/Плоттер* выберите *DWF6 ePlot.pc3*. Выберите команду *Применить к листу* и нажмите кнопку *Отмена* (рисунок 1.20).

В результате настройки принтера/плоттера будут применены при публикации, при этом необязательно выводить карту на печать на принтер или плоттер.

A Печать - Лист1			×
Набор параметров листа		Таблица стилей п	ечати (назначение перьев) –
Имя: <нет>	∨ Добавить	Нет	× ##
Принтер/плоттер	Свойства	ВЭкраны с тониро	рванием
Плоттер: DWF6 ePlot - DWF ePlot - by Autodesk	+-8,5″ -+	Качество	Нормальное ~
Описание: Печать в файл	-11.0"	Т/дюйм Параметры печат	и
Формат ANSI без полей А (8.50 x 11.00 дюймов)	Число экземпляров	Учитывать в Фол	вооп релиний ъ при печати тили печати
Область печати Что печатать: Лист V	Масштаб печати Вписать Масштаб: 1:1 ~	Объекты лис Скрывать об Штемпель вк Сохранить п	ста последними уъекты листа кл. араметры
Смещение от начала (начало области печати)         X:       0.000000         дюйм       Центрировать         Y:       0.000000         дюйм	1     дюймы     =       1     ед.чертежа       Масштабировать веса линий	Ориентация черт Книжная О Альбомная	ежа
Просмотр	Применить к листу	ОК Отмен	а Справка 🔇

Рисунок 1.20 – Параметры печати

Нажмите кнопку — *Публиковать* (не выбирайте параметры в подменю *Публиковать*, щелкните по слову *Публиковать* в меню приложения).

В диалоговом окне *Публикация* в списке *Публикация в:* выберите *DWF*. Убедитесь, что в списке листов выбраны только нужные листы. Например, если открыта другая карта, ее модель и виды листов отобразятся в данном списке. Отобразится также заданный по умолчанию вид *Лист2* текущей карты. Выберите листы, которые требуется исключить (например, *Лист2*), и нажмите кнопку *Исключить листы* (рисунок 1.21).

Нажмите кнопку Параметры публикации... В диалоговом окне Параметры публикации в DWF убедитесь, что в области Общие параметры DWF в разделе Информация о слоях выбрано Включать. Каждый слой карты становится отдельным слоем в выводе DWF. В программе Design Review можно отдельно включать и отключать отображение этих слоев. Нажмите кнопку OK.

В нижней части диалогового окна Публикация нажмите кнопку Публикация. Укажите папку и имя опубликованного файла и нажмите кнопку Выбрать. При появлении запроса на сохранение списка листов выберите Hem. Если появится сообщение о фоновой обработке задания, нажмите кнопку Закрыть, чтобы убрать его. Процесс выполнения публикации можно проследить, если навести курсор на изменяющийся значок в нижнем правом углу окна.

A Публикация	×
Список листов: Нет  Публикация в: DWF Автоматически загружать все открытые чертежи Автоматически загружать все открытые чертежи Мия л Исключить листы Lat Исключение выбранного листа из списка. Lat Исключение выбранного листа из списка. Lat Исключение выбранного листа из списка.	Информация о параметрах публикации Местоположение: C:\Users\geo\Documents\ Тип файла: Многостраничный файл Присвоение имени: Запрос имени Информация о слоях: Включать Управление слиянием: Замена строк Параметры публикации 3D DWF Параметры листа Статус Параметры публикации 3D DWF Параметры листа Статус Спо умолчанию: Нет> Ошибок не обнаруж Спо умолчанию: Нет> Ошибок не обнаруж Спо умолчанию: Нет> Улист не инициализир
<ul> <li>Сведения о выбранном листе</li> <li>Исходный чертеж Lab2.dwg</li> <li>Местоположение чертежа D:\Upload\CAПР\Bela</li> <li>Имя листа Лист2</li> <li>Устройство печати Переопределение:</li> <li>По размерам чертежа 0.00 x 0.00 дюймы (</li> <li>Масштаб печати 1:1</li> <li>Сведения о параметрах листа Переопределение у</li> <li>Скрыть подробности</li> </ul>	Эликации сземпляров: Добавить штемпель Публикация в фоновом режиме По завершении открыть в программе просмотра Публикация Отмена Справка

Рисунок 1.21 – Публикация листа в DWF

После выполнения задания появляется всплывающее сообщение в правом нижнем углу окна. Щелкните ссылку в сообщении, чтобы просмотреть предупреждения или ошибки. По завершении закройте окно. Сохраните карту.

Карта опубликована в файл DWF, содержимое которого можно отобразить с помощью программы Autodesk Design Review.

## Задание 2. Работа с аннотациями в AutoCAD Map 3D

При оформлении карты для отображения подписей объектов используются аннотации. Их можно добавить тремя разными способами.

Шаблоны аннотаций. Можно пометить объекты чертежа, указав сведения о них. Аннотация может содержать свойства данных объекта или связанных данных, а также собственные свойства чертежа (например, данные измерений). Можно добавить текст, поясняющий содержание метки. Шаблоны аннотаций можно повторно использовать на других картах.

**Метки стиля.** Можно пометить геопространственные элементы, указав сведения о них. Метки стиля могут отображать любое свойство в хранилище данных, а также статический текст. Стили сохраняются в текущем чертеже.

Слои текста. Можно добавить аннотацию, не привязанную к конкретному слою чертежа или классу элементов. Например, с помощью слоев текста можно помечать большие области на карте или добавлять примечания ко всей карте. Слои текста сохраняются независимо от текущей карты. Их можно повторно использовать на других картах.

Аннотирование объектов чертежа (геометрических фигур, нарисованных с помощью команд AutoCAD) выполняется в два этапа. Внешний вид аннотации оформляется в шаблоне. После этого указываются объекты, к которым присоединяется аннотация. Шаблонная аннотация заполняется сведениями указанных объектов и отображается в качестве их метки.

Шаблон аннотации является видом блока AutoCAD. Он содержит текст и графику. Текст может включать статические метки и местозаполнители. Во время отображения вместо заполнителей подставляются фактические данные.

Чтобы присоединить текстовые метки к объектам чертежа, сначала необходимо создать шаблон аннотации. Шаблон можно определить, настроив блок в редакторе блоков. Редактор блоков – это активное окно, в котором можно выполнить компоновку элементов аннотации. Отношение между компонентами определяет, как аннотация будет выглядеть после присоединения к объекту. Например, если над динамическим значением поместить статическую метку, готовая аннотация будет иметь две строки.

Для аннотирования геопространственных элементов (то есть элементов, хранящихся во внешнем источнике, которые определяют и геометрию, и атрибуты) используется параметр стиля *Метки*. Нужно задать атрибут, который будет использоваться в метке (или выражение с атрибутом, текстом и форматированием). Для добавления метки не требуется шаблон. Значения меток появляются на карте, как только закрывается окно *Стиль*.

В отличие от аннотаций для объектов чертежа, метки применяются сразу ко всем элементам класса. Элементы не нужно выбирать для пометки по отдельности.

Создайте файл карты: выберите — *Создать – Чертеж*, выберите шаблон *map2d.dwt*, нажмите кнопку *Открыть*.

Задайте для карты систему координат: выберите вкладку Настройка карты, панель Система координат – Назначить СК. Измените категорию на World/Continental. Выберите WGS84.UPSNorth – Назначить.

В Диспетчере отображения карты выберите команду Данные – Подключиться к данным... В списке Подключения данных по поставщикам выберите Добавить подключение SHP. Нажмите значок папки рядом с полем Исходный файл или папка. Перейдите к папке, в которую были скопированы файлы образца, и выберите ее. Нажмите кнопку ОК. Нажмите кнопку Установить соединение, чтобы добавить папку в качестве источника данных. Отметьте птичками слои границы города (Boundary.shp), улично-дорожной сети (Roads.shp), зданий (Buildings.shp), точек (PoIs.shp) и объектов интереса (PoIs\_Area.shp). Нажмите Добавить на карту. Сохраните чертеж под именем Lab2.dwg.

На вкладке *Диспетчер отображения* показаны слои текущей карты. Выберите слой *Pols\_Area* (Объекты интереса) и нажмите кнопку *Стиль*.

В Редакторе стилей щелкните ячейку в столбце Метка элемента в нижней части окна. В диалоговом окне Метка стиля нажмите кнопку Добавить метку. Для параметра Цвет фона текста выберите значение Цвет отсутствует... В списке Текст: выберите code (рисунок 2.1).

Выбор обозначения	R: TEKCT MTEKCT ~
Arial ~ 4	▲ B I U O = bg · != ·
Рамка: 🗛 🖌 🐴 🕶	№ Поворот: 0
Текст:	code Y
	ToString("code")

Рисунок 2.1 – Метка стиля

Нажмите кнопку *Применить*, а затем Закрыть. Закройте *Редактор стилей*. Метки отображают код объектов интереса на карте (рисунок 2.2).

Метки показывают код объектов интереса, но не его значение. Можно воспользоваться выражением, чтобы объединить два свойства. В данном случае нужно объединить код и класс объектов интереса. Используйте выражение \P, чтобы добавить разрыв строки и создать многострочную метку.

Выберите слой *Pols\_Area* и нажмите кнопку *Стиль*. В *Pedaкторе стилей* щелкните ячейку в столбце *Метка* элемента в нижней части окна. В диалоговом окне *Метка стиля* выберите в списке *Текст:* значение *Использовать выражение* (рисунок 2.3).



Рисунок 2.2 – Отображение кода объектов интереса на карте



Рисунок 2.3 – Использование выражения для метки стиля

В диалоговом окне *Создание/изменение выражений* удалите текущее выражение. Окно должно стать пустым. Выберите *Текстовая функция – Concat*. Выполняется вставка выражения. Для выражения определены два свойствазаменителя. Для замены записи первого свойства выберите эту запись и нажмите *Свойство* в верхней части окна *Создание/изменение выражений*. Выберите числовое свойство *code* (рисунок 2.4).

Создание/изменение выражений			×
Свойство Оператор Математич	f <sub>Σ</sub> а <sub>b</sub> еская функция Текстовая функция	Функция даты Поиск на карте	Ŧ
Свойства текста	< > < > LIKE AND OR	() Получить значения 🔿	
fclass			_
name	)		
osm_id			
Числовые свойства			
Area			
code			
Featld			
OBJECTID			n
Shape_Area			
Shape_Leng			
Геометрические свойства			
Geometry			
	-		
1	0		
🖉 Проверить 🧩 Очистить 🗔 I	Токазать границы	оположение 😽 Параметры - <u>Начало работы</u>	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	eim		
	ОК	Отмена Справка	

Рисунок 2.4 – Свойство функции

Выбранное свойство заменяет заполнитель в выражении. Установите курсор после запятой за свойством *code*. Для перехода к новой строке после кода введите '\P', Введите запись в точности так, как написано в тексте: \P в одинарных кавычках, P прописная, запятая после закрывающей кавычки.

Щелкните запись Свойство текста, нажмите Свойство в верхней части окна Создание/изменение выражений. Выберите свойство текста fclass. Удалите квадратные скобки с многоточием, а также последнюю запятую. Нажмите Проверить в нижней части окна, чтобы проверить правильность выражения (рисунок 2.5). Нажмите кнопку ОК в диалоговом окне Создание/изменение выражений. Нажмите Применить и Закрыть в диалоговом окне Метка стиля, а затем закройте Редактор стилей.

Для объектов интереса на карте отображается код и класс (рисунок 2.6). Сохраните карту.

Для линейных элементов можно настроить отображение метки элемента вдоль кривой. Например, название улицы может отображаться, огибая ее кривую линию на карте. В этом упражнении необходимо воспользоваться функцией Дополнительное размещение, чтобы пометить улицы на карте.

На вкладке Диспетчер отображения выберите слой Roads и нажмите кнопку Стиль. В Редакторе стилей щелкните ячейку в столбце Стиль в нижней части окна. В диалоговом окне Стиль линии измените цвет на красный. Нажмите кнопку Применить и Закрыть.

Создание/изменение выражений	×
Батематическая функция Текстовая функция Функция даты Поиск на карте	Ŧ
⟨¬, ¬>   + - ♀ ⟨¬, ¬> ∠ ≥ ЦКЕ   AND OR   (···) Получить значения ≥	
Concat ( code ,\P', fclass )	
	«
✓	
Выражение является верным	
Проверить	1
ОК Отмена Справка	

Рисунок 2.5 – Проверка выражения



Рисунок 2.6 – Отображение кода и класса объектов интереса на карте

В Редакторе стилей щелкните ячейку в столбце Метка элемента в нижней части окна. В диалоговом окне Метка стиля нажмите кнопку Добавить метку. Для параметра Цвет фона текста выберите значение Цвет отсутствует... В списке Текст: выберите пате. Раскройте раздел Дополнительно и проверьте, что в поле Положение метки: выбрано значение Повтор. Нажмите кнопку Применить, а затем Закрыть. Закройте Редактор стилей. Увеличьте изображение, чтобы увидеть названия улиц на карте (рисунок 2.7).



Рисунок 2.7 – Отображение названий улиц на карте

Слой текста сохраняется как отдельное хранилище данных SDF независимо от текущей карты. Его можно использовать в текущей карте, а также повторно использовать в других картах. Для этого его необходимо присоединить, как любой другой файл SDF.

Другое преимущество слоев текста заключается в том, что текст можно размещать на слое так же, как объекте на слое чертежа. На слое текста также можно определить стиль и поворачивать текст.

В этом шаге мы создадим слой текста, определим для него стиль и зададим содержимое. После этого мы сохраним его как отдельное хранилище данных для использования в других картах.

Слой текста создается на вкладке *Диспетчер отображения* почти так же, как слой чертежа.

Выберите в *Диспетчере* отображения команду *Данные* – Новый текстовый слой... (рисунок 2.8).

В диалоговом окне Выбор файла пространственной базы данных введите имя и расположение файла SDF, в котором будет сохраняться информация о слое. Присвойте слою текста название Центр Волковыска. Нажмите кнопку *Сохранить*. В диалоговом окне Выбор системы координат задайте для слоя систему координат WGS84.UPSNorth. Нажмите кнопку ОК. Новый слой текста добавлен на вкладку Диспетчер отображения. По умолчанию слой называется Аннотация. Чтобы переименовать слой, выберите его и щелкните текущее имя. Введите новое имя Центр Волковыска (рисунок 2.9).



Рисунок 2.8 – Создание нового текстового слоя



Рисунок 2.9 – Переименование текстового слоя

На вкладке Диспетчер отображения выберите новый слой текста Центр Волковыска. Обратите внимание, что при выборе слоя текста на ленте появилась новая вкладка Текстовый слой. Эта вкладка понадобится позже для возврата изменений, внесенных в слой текста. На панели задач нажмите кнопку Стиль. В Редакторе стилей щелкните ячейку в столбце Стиль. В диалоговом окне Стиль текста аннотаций задайте полужирный шрифт и оранжевый цвет (рисунок 2.10).

Эти значения будут использоваться по умолчанию для всех добавляемых экземпляров слоя текста, их можно переопределить при вставке экземпляра текста.

Нажмите кнопку Применить и Закрыть. Закройте Редактор стилей.

На вкладке *Диспетчер отображения* правой кнопкой щелкните слой *Центр Волковыска*. Выберите *Создать – Создать новую аннотацию*.

Стиль текста аннот	эций	×
Контекст размера:	🔿 Устройство 💿 Карта	
Единица:	Миллиметры	~
Обозначение и стиль	,	
Добавить обознач	ение	10×
	метка	^
		$\sim$
<		>
Arial Уля Рамка: А ч АЭ ч С	▲ ▲ В I U O % ▼ % ✓ ▲ ▲ В I U O % ▼ % ✓ ▲ ↓ В I U O % ▼ % ✓ ▲ ↓ В ета темы	» <b>т</b> і≡ т лчанию
Предварительный про		
_	Стандартные цвета	
N	Цвет отсутствует	
	Выбранный цвет	
Сброс		AT2
		cid
	1 5 <sup>1</sup> использование выр	ажения

Рисунок 2.10 – Стиль текста аннотаций

Каждая аннотация является одним «экземпляром текста» (т.е. одним объектом текстового слоя). В один слой можно добавить несколько экземпляров текста. В дальнейшем при подключении слоя текста на карту будут вставляться все экземпляры текста.

Щелкните в точке в центре города, в которой требуется зафиксировать текст (рисунок 2.11).

В текстовом поле введите *Центр Волковыска*. Не прибегайте к копированию и вставке текста. Введите его прямо в диалоговом окне. Выделите весь введенный текст.

Можно применить изменения ко всему тексту или его части. Если не выделить текст, изменения применены не будут. Например, если выделить только слово *Центр*, для него можно задать цвет, размер и стиль, отличные от слова *Волковыска*.



Рисунок 2.11 – Местоположение центра города

На панели *Стиль* вкладки ленты *Текстовый редактор* измените текст размера на 16: введите 16 в поле *Высота текста* и нажмите TAB. Установите шрифт Calibri. Щелкните за пределами текстового слоя (рисунок 2.12).



Рисунок 2.12 – Добавление текстового слоя

Текст не связан с объектами или элементами. Выберите вкладку *Текстовый слой* – панель *Набор изменений* – *Вернуть*.

Так как слой текста является хранилищем данных, необходимо выполнить возврат внесенных изменений, чтобы они стали доступными для других карт. Если в любой экземпляр текста данного слоя вносятся изменения (в содержимое или форматирование), необходимо снова выполнить возврат данных. Возврат данных обеспечивает передачу последних исправлений в хранилище данных.

Чтобы изменить содержимое слоя текста, выберите его на карте. Щелкните правой кнопкой мыши текст и выберите *Редактировать текст*. Измените содержимое данного текстового экземпляра на *Волковыск* и щелкните за его пределами. Еще раз нажмите кнопку *Вернуть*, чтобы обновить хранилище данных слоя текста. Сохраните карту.

Содержимое слоя текста создано и сохранено в файл SDF. Теперь этот файл можно подключить к любой карте для повторного использования текста.

Нажмите кнопку Создать на панели быстрого доступа, чтобы создать карту (рисунок 2.13).



Рисунок 2.13 – Панель быстрого доступа

Задайте для карты систему координат: выберите вкладку Настройка карты, панель Система координат – Назначить СК. Измените категорию на World/Continental. Выберите WGS84.UPSNorth – Назначить.

Выберите в Диспетчере отображения команду Данные – Подключиться к данным... В списке Подключения данных по поставщикам выберите Добавить подключение SHP. Нажмите значок файла рядом с полем Исходный файл или папка. Перейдите к папке, в которую были скопированы файлы образца, и выберите файл Boundary.shp. Нажмите кнопку Открыть. Нажмите кнопку Установить соединение, чтобы добавить файл данных границы города в качестве источника данных. Нажмите кнопку Добавить на карту.

В открытом окне Подключение данных выберите Добавить подключение SDF. Нажмите кнопку обзора рядом с полем Исходный файл: и перейдите к файлу Центр Волковыска.sdf. Нажмите кнопку Открыть, Установить соединение, а затем Добавить на карту. Закройте окно Подключение данных.

Текст отображается в центре города. Можно изменять расположение и стиль текста. Если после этого выполнить возврат, обновится хранилище данных слоя текста. Новое положение и стиль будут отображаться при каждом использовании слоя.

## Задание 3. Создание альбома карт в AutoCAD Map 3D

Альбом карт представляет собой подобие атласа: одна карта делится на фрагменты путем наложения сетки. Каждый квадрат сетки становится фрагментом карты. Каждый фрагмент отображается на отдельной странице, которую можно опубликовать на плоттер или в электронный формат DWF. Опубликовав карту в DWF, ее можно предоставить пользователям, у которых не установлена программа AutoCAD Map 3D.

В альбомах карт информация на каждой странице организована при помощи видовых экранов. Видовой экран напоминает рамку на веб-странице. Собственный видовой экран можно создать в виде вкладки на одной или нескольких страницах альбома карт. Для детализации карты можно использовать функции панорамы и зумирования в этом видовом экране.

Также можно связать обычный «ключевой» видовой экран в альбоме карт с копией главного файла карты. Тогда на каждом фрагменте в альбоме карт отображается общий вид карты в маленьком окне.

Создайте файл карты: выберите *Создать – Чертеж*, выберите шаблон *map2d.dwt*, нажмите кнопку *Открыть*.

Назначьте для новой карты систему координат: на панели задач перейдите в Обозреватель карт, щелкните правой кнопкой мыши запись Текущий чертеж и выберите пункт Система координат... (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Назначение системы координат для текущего чертежа

В диалоговом окне Назначение глобальной системы координат нажмите Выбрать систему координат... Измените категорию на World/Continental. Найдите WGS84.UPSNorth – Выбор. В диалоговом окне Назначение глобальной системы координат нажмите ОК.

В Диспетчере отображения карты выберите команду Данные – Подключиться к данным... В списке Подключения данных по поставщикам выберите Добавить подключение SHP. Нажмите значок файла рядом с полем Исходный файл или папка. Перейдите к папке, в которую были скопированы файлы образца, и выберите файл Boundary.shp. Нажмите кнопку Открыть. Нажмите кнопку Установить соединение, чтобы добавить файл данных границы города в качестве источника данных. В поле Добавить данные на карту выбран слой «Граница». Нажмите кнопку Добавить на карту. Таким же способом добавьте на карту слой улично-дорожной сети (Roads.shp) (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 – Добавленные данные

Сохраните файл. Нажмите кнопку – Сохранить как – Чертеж AutoCAD – Lab3.dwg.

В AutoCAD Map 3D имеется много готовых шаблонов для альбомов карт, которые упрощают создание альбомов. Каждый шаблон содержит все основные

элементы альбома карт, которые можно изменить в соответствии с конкретной целью.

Откройте существующий шаблон альбома карт и начните его настройку с определения принтера или плоттера. Эти сведения будут использоваться каждый раз при публикации альбома карт на плоттер. Во время печати эти параметры изменить нельзя.

Нажмите кнопку — Открыть – Чертеж. Измените значение поля *Тип файла* на Шаблоны чертежей (\*.dwt). В AutoCAD Map 3D автоматически откроется папка *Template*. Выберите *Map Book Template* — 8.5x11 Classic.dwt. Нажмите кнопку Открыть (рисунок 3.3).

🔺 Выбор файла			×	
Папка:	Template	🗸 🔃 🖳 🏹 🗮 Вид 🔻 Сервис	•	
Журнал Журнал Документация Рабочий стол	Имя Industry Templates PTWTemplates SheetSets acad -Named Plot Styles acad -Named Plot Styles3D acad acad3D acadISO -Named Plot Styles acadISO -Named Plot Styles3D acadISO -Named Plot Styles3D acadISO -Named Plot Styles3D acadISO -Named Plot Styles3D acadISO -Named Plot Styles3D Map Book Template - 8.5x11 Classic	<ul> <li>Просмотр</li> <li>Просмотр</li> <li>Исходный вид</li> <li>С выбором начального вида</li> </ul>		
	Мар Book Template - 6.5x11 Elegant Map Book Template - 11x17 Classic Map Book Template - 11x17 Elegant Map Book Template - 17x22 Classic Имя файла: Мар Book Template - 8.5x11 С Тип файла: Шаблоны чертежей (*.dwt)	Сlassic V Открыть	•	

Рисунок 3.3 – Выбор шаблона

Правой кнопкой щелкните вкладку листа с именем Ansi\_A и выберите Диспетчер параметров листов..., чтобы указать плоттер и информацию о бумаге (рисунок 3.4). В списке Параметры листа выберите \*Ansi\_A\* и щелкните Pedakmupoвamь... Выберите один из плоттеров DWF в списке Имя. Нажмите кнопку OK, а затем Закрыть.

	Активизировать последний лист Активизировать модель	
	Активизировать последний лист Активизировать модель Диспетчер параметров листов Печать Настройка стандарта оформления Импортировать лист Экспорт вкладки листа во вкладку модели Закрепить над строкой состояния	
N	Печать	
$ \lambda $	Настройка стандарта оформления	h.
	Импортировать лист	
$h \times$	экспорт вкладки листа во вкладку модели	
	Закрепить над строкой состояния	lme
Модель Ans	-	

Рисунок 3.4 – Диспетчер параметров листов

Исходный шаблон имеет большой главный видовой экран со смежными стрелками по краям и основной надписью с заполнителями, которые можно изменить.

Шаблон содержит объекты трех типов. Большой прямоугольник в левой части макета страницы является главным видовым экраном. В нем отображается один фрагмент карты. Серые полигоны по краям главного видового экрана — это смежные стрелки. Они будут содержать имена смежных фрагментов альбома карт, чтобы можно было найти следующий фрагмент карты в любом направлении. Смежные стрелки — это отдельные объекты, они не перемещаются с главным видовым экраном. Их можно перемещать вручную. Однако они автоматически связываются с соседними фрагментами карты, которые не требуется подключать вручную. Основная надпись содержит текст из заменителей, который можно редактировать. Часть текста формируется из переменных, которые автоматически обновляются при сохранении файла карты, созданного с использованием этого шаблона. Например, тег *Filename* использует имя, присвоенное сохраненному файлу карты на основе этого шаблона.

Один раз щелкните по рамке главного видового экрана, чтобы выбрать его. Перетаскивайте синие квадраты, чтобы изменить размер видового экрана. Щелкните еще раз, чтоб применить новый размер. По завершении нажмите клавишу Esc. Чтобы переместить смежные стрелки после изменения размера видового экрана, щелкните стрелку для ее выделения. Перетащите стрелку в новое место и щелкните по ней, когда она займет новое положение. Чтобы снять выделение, нажмите клавишу Esc.

Размер видового экрана изменен, и смежные стрелки скорректированы соответствующим образом (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Изменение видового экрана

Если организация имеет собственную основную надпись, ее определение можно вставить в файл шаблона вместо основной надписи по умолчанию. Описание основной надписи имеет свойства, определяющие ее текст и внешний вид. Значения этих свойств можно изменять. Например, можно задать значение для текстовых переменных или внешний вид рамки вокруг надписи. Основная надпись состоит из нескольких небольших надписей, например, легенды и ключевых видовых экранов. Основную надпись можно разбить на элементы, чтобы изменить их размер, модифицировать или удалить, но в этом шаге эти операции не рассматриваются, а изменяются только свойства текущего описания основной надписи.

Дважды щелкните рамку основной надписи, чтобы открылось окно *Редактор атрибутов блоков*. Можно изменить любое свойство основной надписи (рисунок 3.6).

Основная надпись находится в нижней части блока в правой части листа. Если по ошибке вы дважды щелкнули по видовому экрану внутри основной надписи, щелкните правой кнопкой внутри видового экрана и выберите *Свернуть В Экран*.

🔺 Редак	тор атрі	ибутов бло	ков			×
Блок: Title Block Ter: ORGANIZATION_NAME				Выбрать блок	-¢-	
Атрибут	Параме	тры текста	Свойства			
Тег		Подсказка	1	Значение		^
ORGA	NIZAT	ORGANIZA	TION N	Organization Name		
F_NAM	٨E	Enter File N	ame	Map Book Templ		
P_DAT	ΓE	Enter Plot D	)ate			
DWG_	SCALE	Enter Drawi	ng Scale	####		
NILIM		Fata Chara	M			•
Значе	ение: 🖸	rganization N	ame			
Примен	ить	OI	<	Отмена	Справи	ка

Рисунок 3.6 – Редактор атрибутов блоков

Измените название организации. ORGANIZATION\_NAME – это текстовое поле, которое имеет значение по умолчанию Название организации. Чтобы заменить значение по умолчанию, введите в поле другой текст: выберите вкладку Ampuбym и щелкните в поле ORGANIZATION\_NAME, в поле Значение введите название организации, например, Белорусский государственный университет, В окне Pedakmop ampuбymoв блоков нажмите кнопку Применить.

Измените дату печати.  $P_DATE$  (дата печати) — это переменная, которая может автоматически изменяться на базе поля. В этом примере задайте для  $P_DATE$  дату последнего изменения чертежа: выберите вкладку *Атрибут* и целкните в поле  $P_DATE$ . Щелкните правой кнопкой мыши поле *Значение:* в нижней части диалогового окна (текущее значение – «---») и выберите команду *Вставить поле*... В диалоговом окне *Поле* в области *Имена полей:* выберите *СurrentSheetRevisionDate (ДатаРедакцииТекущегоЛиста)*. В области *Формат:* выберите *Как в заголовках* (рисунок 3.7). Нажмите ОК. В окне *Редактор атрибутов блоков* нажмите кнопку *Применить*.

Укажите другой стиль текста. Можно задать форматирование для различных элементов основной надписи. В окне *Редактор атрибутов блоков* перейдите на вкладку *Параметры текста*. В поле *Текстовый стиль* выберите *North Arrow Text*. В поле *Выравнивание* выберите *Центр*. Нажмите кнопку *Применить*.

Настройте линии, используемые в основной надписи. В окне *Редактор атрибутов блоков* перейдите на вкладку *Свойства*. Выберите другой тип, вес или цвет линии для основной надписи. Нажмите ОК.

Категории полей:		ДатаРедакцииТекущегоЛиста:	
Bce	$\sim$	####	
Имена полей:		Формат:	
DieselExpression LispVariable Автор БазаГиперссылки ВидНаЛисте Гиперссылка Дата ДатаВывода ДатаРедакцииТекущегоЛиста ДатаСоздания ДатаСоздания ДатаСохранения Заметки ИменованныйОбъект ИмяДляВхода ИмяНабораПараметров ИмяПроектаТекущейПодшивки ИмяРайла КатегорияТекущегоЛиста КлючевыеСлова	*	(нет) Верхний регистр Нижний регистр Первая заглавная Как в заголовках	
МасштабПечати			
МестозаполнительБлока  Формула для поля: %<\AcSm. 16.2 Sheet.RevisionD	✓ ate \f	"%tc4">%	

Рисунок 3.7 – Настройка даты

Сохраните измененный шаблон. Нажмите кнопку — Сохранить как – Шаблон чертежа AutoCAD. Задайте новое имя (например, Map Book Template — Inset.dwt). Сохраните шаблон в каталоге Templates, если планируете использовать его в будущем. В противном случае сохраните его в своей папке. Измените описание, когда оно появится. Измените поле Единицы измерения на Метрические. Оставьте флажок Сохранить все слои как несогласованные. Нажмите ОК.

В шаблоне альбома карт указан используемый принтер или плоттер. Изменен размер главного видового экрана и скорректированы смежные стрелки. Изменены атрибуты основной надписи.

Альбом карт создается в самом файле карт, а не в шаблоне. В процессе создания альбома карт нужно указать шаблон для использования. В данном случае выберите шаблон, измененный в предыдущем шаге (Map Book Template — Inset.dwt).

Шаблон содержит видовой экран, называемый ключевой картой. На ключевой карте для всех фрагментов альбома карт отображается идентичное содержимое. Часто ключевой вид содержит всю область карты, чтобы

обеспечить контекст для области меньшего размера, изображенной на участке. Ключевой вид карты можно связать с любым внешним чертежом. В этом шаге нужно сохранить копию текущего чертежа, которая будет использоваться в качестве ключевой карты. Шаблон также содержит видовой экран Легенда. Этот видовой экран можно связать с внешним чертежом, используемым в качестве легенды, или с внутренней легендой (если карта содержит легенду).

Откройте карту Lab3.dwg. Создайте копию карты, чтобы использовать ее в

качестве ключевого вида. Нажмите кнопку — Сохранить как – Чертеж AutoCAD. Сохраните карту под именем, похожим на исходное. Например, если исходная карта называется Lab3.dwg, сохраните копию под именем Lab3KeyView.dwg. Закройте копию карты и откройте исходный файл (Lab3.dwg). Файл Lab3KeyView.dwg потребуется в следующем шаге: он будет связываться с видовым экраном Ключевая карта.

Следуя инструкциям в диалоговом окне *Создание альбома карт*, можно задать все необходимые параметры для альбома карт. Эти параметры можно сохранить для создания других альбомов карт.

На вкладке Диспетчер отображения панели задач правой кнопкой щелкните слой Boundary и выберите Показать в границах. Сохраните файл карты. Несохраненную карту невозможно опубликовать ни в одном формате. Перейдите на панели задач к разделу Альбом карт и выберите команду Новый – Альбом карт...

Откроется диалоговое окно Создать альбом карт. При выборе элемента альбома слева его параметры отображаются справа. Для элемента Источник выберите Пространство модели. При желании можно изменить Имя альбома карт. Для элемента Шаблон листа выберите Параметры. Нажмите кнопку обзора рядом с полем Выберите шаблон листа и укажите созданный ранее шаблон (Map Book Template — Inset.dwt). Если в диалоговом окне не шаблонов, отображается перейдите папка В папку C:\Users\geo\AppData\Local\Autodesk\Autodesk AutoCAD Map 3D 2020 R23.1\rus\Template\. Оставьте набор листов по умолчанию Ansi\_A. В области Параметры листа установите флажки Включить основную надпись (имя или файл) и Включить ссылки на смежный лист (имя или файл). Для определения основной надписи щелкните стрелку вниз и выберите *Title block*. Для ссылок на смежные листы щелкните ссылку вниз и выберите Adjacent\_Arrow\_4. Для масштабного коэффициента задайте значение 500. Если не задать масштабный коэффициент, альбом карт будет содержать много фрагментов. Обязательно задайте значение 500 (рисунок 3.8).

Рисунок 3.8 – Настройка альбома карт

Для элемента Схема разбиения на фрагменты щелкните переключатель По площади. Нажмите Выберите область для наложения и перетащите прямоугольник до границ карты. Для других параметров оставьте значения по умолчанию. Для элемента Схема именования щелкните переключатель Столбцы и строки. Для параметров оставьте значения по умолчанию. Для элемента Ключ выберите Внешняя ссылка. Перейдите к карте ключевого вида, созданной в предыдущем упражнении, и выберите ее. В видовом экране Ключевая карта будет отображаться ключевая карта, созданная в предыдущем шаге. Для элемента Легенда выберите переключатель Нет. Для элемента Подшивка выберите Создать новую.

Пока не создавайте карту. Перед запуском операции создания можно посмотреть, как альбом карт будет поделен на фрагменты. В окне *Создать* альбом карт нажмите *Просмотр плиток*. В окне предварительного просмотра показывается, как карта делится на фрагменты. Завершив предварительный просмотр, нажмите клавишу Enter, чтобы выбрать параметр *Выход* и вернуться в диалоговое окно *Создать альбом карт* (рисунок 3.9).



Рисунок 3.9 – Предварительный просмотр деления альбома карт на фрагменты

Нажмите кнопку *Создать*, чтобы запустить операцию создания альбома карт. В процессе создания альбома карт фрагменты добавляются на панель задач, и для каждого из них отображается вкладка листа (рисунок 3.10).

Каждая буква представляет строку фрагментов, а под ней перечислены пронумерованные фрагменты из этой строки. Для каждого фрагмента альбома карт создается отдельная вкладка листа. Не помещающиеся в строке состояния вкладки можно вызвать с помощью нажатия двойной стрелки вниз (рисунок 3.11).

Щелкайте по новым вкладкам листов, чтобы просмотреть содержащиеся на них фрагменты карты. Фрагмент для выбранной вкладки листа отображается в главном видовом экране. Основная надпись содержит название организации. На видовом экране *Легенда* отображается легенда карты. На видовом экране *Ключевая карта* отображается вся карта. Под ней находится указатель сторон света. В поле *Имя файла* отображается имя текущего чертежа карты.



Рисунок 3.10 – Отображение альбома карт на панели задач



Рисунок 3.11 – Вкладки листов фрагментов альбома карт

Щелкните одну из смежных стрелок, удерживая нажатой клавишу Ctrl. Вид меняется, переключаясь на смежный фрагмент (рисунок 3.12).

Чтобы сохранить параметры альбома карт для использования в будущем, правой кнопкой щелкните его имя на вкладке *Альбом карт* панели задач. Нажмите кнопку *Сохранить параметры*... Укажите имя и путь для файла параметров. Чтобы использовать эти параметры для другого альбома карт, необходимо открыть файл карты для публикации в альбоме карт, перейти на вкладку *Альбом карт* на панели задач, выбрать *Новый – Альбом карт в меню "Параметры"*..., в диалоговом окне *Выбор настроек альбома карт* указать сохраненный ранее файл настроек.


Рисунок 3.12 – Альбом карт

Выполнены операции предварительного просмотра и создания альбома карт, в результате чего исходная карта разделена на несколько фрагментов. Выполнен просмотр отдельных фрагментов с помощью вкладок листов и переход между фрагментами с помощью смежных стрелок.

## Задание 4. Анализ данных по близости расположения с использованием буферов в AutoCAD Map 3D

Возможности пространственного анализа в AutoCAD Map 3D представлены визуальным анализом данных с помощью поверхностей, анализом данных с помощью внешней информации с использованием соединений, анализом данных по близости расположения с использованием буферов и операций наложения, а также автоматизацией операций с помощью рабочего процесса.

Создайте буфер, который определяет область в пределах 50 м от определенной улицы. С помощью этого буфера можно узнать, какие здания расположены в зоне строительства. Сохраните информацию об этих участках в отдельном файле SDF.

Создайте файл карты: выберите *Создать – Чертеж*, выберите шаблон *map2d.dwt*, нажмите кнопку *Открыть*.

Задайте для карты систему координат: выберите вкладку Настройка карты, панель Система координат – Назначить СК. Измените категорию на World/Continental. Выберите WGS84.UPSNorth – Назначить.

В Диспетчере отображения карты выберите команду Данные – Подключиться к данным... В списке Подключения данных по поставщикам выберите Добавить подключение SHP. Нажмите значок папки рядом с полем Исходный файл или папка. Перейдите к папке, в которую были скопированы файлы образца, и выберите ее. Нажмите кнопку ОК. Нажмите кнопку Установить соединение, чтобы добавить папку в качестве источника данных. Отметьте птичками слои границы города (Boundary.shp), зданий (Buildings.shp), землепользования (Landuse.shp), железных дорог (Railways.shp), и уличнодорожной сети (Roads.shp). Нажмите Добавить на карту. Сохраните чертеж под именем Lab4.dwg.

Измените символизацию слоя землепользования и сделайте его полупрозрачным. На вкладке Диспетчер отображения выберите слой Landuse. Щелкните Стиль, чтобы вызвать Редактор стилей. В Редакторе стилей в разделе Стиль полигона для масштабного диапазона 0 – бесконечность выберите Стиль – элемент заливки для стиля, измените цвет заливки на светло-оранжевый и установите значение Прозрачность равным 40. Нажмите кнопку Применить. Затем нажмите кнопку Закрыть. Закройте Редактор стилей.

На вкладке Диспетчер отображения перетащите слой Buildings (здания) выше слоя Landuse (землепользование). Сохраните карту (рисунок 4.1).





Рисунок 4.1 – Общий вид карты

Выберите вкладку *Анализ* – панель Элемент – Буфер элементов. В диалоговом окне *Создать буфер* установите расстояние буфера 50 метров и нажмите *Объединить все буферы*. Щелкните *Выбор* элементов... Щелкните улицу на карте, идущую рядом со зданиями. Нажмите Enter, чтобы вернуться в диалоговое окно. Нажмите ОК (рисунок 4.2).



Рисунок 4.2 – Буфер 50 м от улицы

Используйте буферную зону в запросе, чтобы определить, какие здания находятся в зоне строительства, представленной этой буферной зоной. Затем экспортируйте эти здания в файл SDF для дальнейшего использования.

На вкладке Диспетчер отображения щелкните правой кнопкой слой Buildings и выберите Pedaктировать запрос... В диалоговом окне Coзdaние запроса нажмите кнопку Поиск на карте и выберите команду Касание любого элемента – Полигон. В запросе Введите положение контура нажмите Выбрать. Щелкните полигон буфера. В диалоговом окне Coзdaние запроса появилось соответствующее выражение. Нажмите ОК.

AutoCAD Map 3D отфильтрует здания, которые удовлетворяют указанному запросу буферной зоны. На карте отобразятся только те из них, которые соответствуют условиям фильтра (рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Здания, входящие в буферную зону

Щелкните правой кнопкой слой зданий на вкладке *Диспетчер* отображения. Выберите пункт Экспорт данных слоя в SDF... Укажите имя и папку для файла и нажмите кнопку *Сохранить*. Например, назовите этот файл Здания буфер, чтобы отличать его от остальных файлов.

Отобразите Таблицу данных для зданий В зоне строительства. Экспортируйте данные в файлы CSV. Данные можно использовать по своему усмотрению. Например, их можно использовать в отчете или для создания списка рассылки для владельцев земельных участков, находящихся в зоне строительства. В Диспетчере отображения выберите слой зданий в зоне строительства и нажмите Таблица. В Таблице данных щелкните правой кнопкой крайний левый столбец и нажмите Выбрать все. Щелкните Параметры (внизу таблицы) и выберите Экспорт... (рисунок 4.4). Укажите имя и папку для файла и нажмите кнопку Сохранить. Сохраните карту.

Данн	ыe: Building	js	~ 🕺 🔍 Автоз	умирован	ие 🤌 🗍 Ав	тог	рокрутка				
-	FeatId	OBJECTID	osm_id	code	fclass		name	type	Shape_Leng	Shape_Area	Area
×.	1138	1138	192961930	1500	buildir		Экспорт		0.00440555047	0.0005.00	642.514168296
	1157	1157	192961950	1500	buildir	~	Di Goori				1075.98064948
	1349	1349	194463519	1500	buildir		Отночна	BLE			507.051888584
	1644	5424	315894004	1500	buildir	Отменить выоор     Зумировать     Настройка подсказок     Создать соединение		ь высор			197.55904762
	1645	5425	315894005	1500	buildir				151.795414384		
	1646	5426	315894006	1500	buildir			ка подсказок соединение			214.280030366
	1648	5428	315894009	1500	buildir						38.1207994339
	1659	5439	316794073	1500	buildir		Создание расчета			195.511990269	
	5389	5349	315889798	1500	buildir (	¢	Задать п	равила разд	еления и объедин	нения	108.057568794
	5390	5350	315889800	1500	buildir	?	Справка				205.138629296
Строка 1 из 28 Выбрано 28 <u>Поиск для выбора</u> Параметры 👻											

Рисунок 4.4 – Экспорт табличных данных в файл CSV

Данные из *Таблицы данных* экспортированы в файл данных CSV, который можно использовать для создания отчета.

На вкладке Диспетчер отображения щелкните правой кнопкой слой Buildings и выберите Pedaктировать запрос... Нажмите кнопку Очистить внизу диалогового окна Изменение запроса. Нажмите ОК. В слое Buildings снова отображаются все здания.

Функция Наложение позволяет сравнить два слоя, пересекающиеся в пространстве. Одному классу или слою присваивается статус Источник, а другому – Наложение. Операция наложения приводит к созданию слоя вывода, который также сохраняется в качестве отдельного хранилища элемента SDF. Содержание и атрибуты нового слоя различаются в зависимости от типа выполняемой операции наложения. Можно использовать разные типы наложения, включая следующие:

• Пересечение показывает только области, которые являются общими для двух слоев.

- Объединение показывает только общий периметр слоев.
- Подрезка удаляет зоны, находящиеся за пределами общей области.
- Стирание удаляет общие области и показывает остальные.

Определим территории, подверженные шумовому загрязнению железных дорог. Для этого необходимо построить буферную зону 500 м от слоя *Railways*. В *Диспетчере отображения* выберите слой железных дорог и нажмите *Таблица*. В *Таблице данных* щелкните правой кнопкой крайний левый столбец и нажмите *Выбрать все*. Закройте *Таблицу данных*. Выберите вкладку *Анализ* – панель Элемент – Буфер элементов. В диалоговом окне *Создать буфер* установите расстояние буфера 500 метров и нажмите *Объединить все буферы*. Напротив кнопки *Выбор элементов*... уже указаны выделенные элементы. Нажмите ОК (рисунок 4.5).

A Создать буфер	×
	~
Элементы в буфер	
Выбор элементов Выбрано 168 элементов	
Буферное расстояние	
Расстояние: 500 Единицы:	Метры 🗸
Выходные буферы	
Вывод на слой Буфер1	~
Сохранить в SDF D: \Upload \CAПР \Belarus_OSM \L	ab1\Буфер1.sdf
Объединить результаты	
О Без объединения	$\Theta$
Объединить все буферы	$ \cdot $
О Объединить перекрывающиеся буферы	
ОК Отм	ена Справка

Рисунок 4.5 – Создание буфера

Теперь сравните слой границы города с буфером 500 м от железных дорог. Выберите вкладку Анализ – панель Элемент – Наложение элементов. В окне Источники и тип наложения диалогового окна Анализ наложения в поле Источник выберите Boundary (Полигоны), в поле Наложение выберите Буфер1 (Полигоны), в поле Тип выберите Пересечение. Нажмите Далее.

В окне Определение вывода и параметры диалогового окна Анализ наложения введите папку для файла SDF слоя наложения, введите имя слоя, которое появится на вкладке Диспетчер отображения, в поле Допуск расщепления выберите Не удалять расщепления.

Расшепления – это мелкие полигоны, возникающие в результате Если требуется расщепления, наложения. удалить нажмите кнопку Предложить, настройку чтобы увидеть подходящую удаления для расщепления.

Оставьте другие настройки без изменения и нажмите кнопку Готово.

Теперь на карте отображается новый слой, на котором представлено наложение. Выберите вкладку *Диспетчер отображения* на панели задач. Снимите флажки для исходных слоев, чтобы на карте остался только слой наложения (рис. 4.6). Сохраните карту.



Рисунок 4.6 – Результат наложения двух полигональных слоев

Произведено пересечение буфера 500 м от железных дорог и границы города. Теперь, включив слой зданий или слой землепользования, можно определить территории и жилые дома, подверженные шумовому загрязнению железных дорог.

С помощью буфера найдите области в городе, которые находятся на расстоянии свыше 2 км от больниц. Укажите в качестве исходной точки буфера больницы и задайте для него расстояние 2 км.

Включите в Диспетчере отображения слои Boundary, Buildings и Roads и выключите слои буферных зон и наложения. Выберите слой зданий и нажмите Таблица. В Таблице данных в поле Фильтр по: выберите type и в соседнем поле введите hospital. Нажмите Enter. В таблице останутся 4 объекта больниц. Щелкая крайний левый столбец с зажатой клавишей Ctrl, выберите все строки, кроме патологоанатомического отделения. Закройте Таблицу данных.

Выберите вкладку *Анализ* – панель Элемент – Буфер элементов. В диалоговом окне *Создать буфер* установите расстояние буфера 2 км, в области

Объединить результаты нажмите Без объединения. Напротив кнопки Выбор элементов... должны быть указаны 3 выделенных элемента. Нажмите ОК (рисунок 4.7). Сохраните карту.



Рисунок 4.7 – Буферные зоны

Теперь на карте отображается три больших круга с радиусом 2 км, в центре которых расположены больницы. Буферные зоны покрывают только север города, однако именно там сосредоточена большая часть его населения, на юге расположена в основном усадебная застройка.

## Задание 5. Знакомство с элементами интерфейса ArchiCad 25

После запуска программного продукта ArchiCad 25, который одинаков для всех программ в операционной системе Windows (Пуск – ArchiCad 25 либо через ярлык на рабочем столе), откроется диалоговое окно, в котором необходимо выбрать один из трех вариантов дальнейших действий:

Создать новый проект (кнопка «Новый») – при выборе данного пункта появится окно со списком возможных вариантов настроек нового проекта (настройки последнего сеанса работы с программой, использовать шаблоны настроек, создать проект с настройками по умолчанию – стандартными для программы) (рисунок 5.1).

Открыть проект (кнопка «Найти») – при выборе данного пункта появится диалоговое окно «Открытие файла», позволяющее открыть файл проекта. Последние файлы, с которыми происходила работа, будут перечислены в списке ниже. Кроме этого, можно организовать поиск в каталоге файлов, воспользовавшись опцией «Организовать поиск проекта».

Подключится к групповому проекту (кнопка «Teamwork...») – при выборе данного пункта появится диалоговое «Вход в BIMcloud») для организации совместной работы с выбранным проектом.

Диалоговое окно больше может не отображаться, если установить галочку в поле «Не показывать этот диалог следующий раз в левом нижнем углу окна». Поэтому данное окно может не отображается при запуске программы.



Рисунок 5.1 – Окно «Запуск ArchiCad 25»

Для начала работы над новым проектом, выберите пункт «Создать новый проект», в качестве шаблона укажите стандартный шаблон «AC25-Шаблон.tpl», затем нажмите на кнопку «Новый» (рисунок 5.2).

🌈 Новый Проект		?	$\times$	
Создать Новый Проект на о	снове:			
<ul> <li>Шаблона</li> </ul>				
АС25-Шаблон.tpl			~	
О Параметров Последнего	Проекта			
<ul> <li>Будет создан новый Проект на основе выбранного файла шаблона.</li> </ul>				
Запуск нового экземпляра ARCHICAD				
Профиль Окружающей Сред	цы			
Текущий Профиль			~	
	Отменить	Новый		

Рисунок 5.2 – Создание нового проекта

Таким образом, создан новый проект, далее сохраните проект в персональную папку на компьютере, выберите пункт (Файл – Сохранить как), откроется окно «Сохранение проекта», сохраните проект под именем «практика фамилия студента 1.pln» (рисунок 5.3).

🔎 Сохранение Пла	зна			×
. Папка:	Arhicad	~	G 👂 📂 🛄 -	
<b>Б</b> ыстрый доступ	Имя 🖹 Progect.pln	^	Дата изменения 29.11.2023 21:16	Тип Индивиду
Рабочий стол				
Библиотеки				
Этот компьютер				
Сеть	<			>
				Параметры
	Имя файла:	практика_фамилия_1	~	Сохранить
	Тип файла:	Индивидуальный Проект ARCHIC	AD (*.pln) 🗸	Отмена

Рисунок 5.3 – Сохранение созданного проекта

После загрузки программы на экране появится рабочее поле (интерфейс) ArchiCad 25 (рисунок 5.4), в котором можно выделить следующие основные элементы:

1. Главное меню;

2. Панель быстрого доступа к командам и настройкам;

3. Панель настройки параметров активного инструмента «Информационное табло»;

4. Панель инструментов;

5. Навигатор.



Рисунок 5.4 – Рабочий интерфейс ArchiCad 25

Из списка панелей и палитр (рисунок 5.5) следует выделить:

• панель координат – отображает информацию о текущих координатах указателя мыши, позволяет установить источник пользователя, переключить режим отображения сетки.

• панель управления – содержит вспомогательные средства для построений.



Рисунок 5.5 – Панель управления видами

В нижней части рабочей области располагается панель управления видами, которая включает пиктограммы команд:

- динамическое изменение масштаба;
- •увеличение масштаба;
- •уменьшение масштаба;
- перемещение (панаширование) области просмотра;

•облет, изменение точки взгляда на объект и т.п.

Для выполнения точных построений используется координатная сетка. Параметры сетки можно задать в окне «Сетки и Фон», которая появляется при выполнении команды основного меню: Вид – Настройки сетки – сетки и фон.

Кроме того, в процессе построения объектов на экран табло с указание текущих параметров объекта – расстояние от начальной точки и величина относительного угла. Чтобы получить возможность указать координаты, то при

отображении табло вводить с клавиатуры один из символов Х, Ү. Ввод координат можно осуществить и с помощью панели координат.

Пиктограмма «Источник пользователя» – ввод нового начала отсчета пользовательских или относительных координат. Она располагается на панели быстрого доступа. Щелкнув по ней, а затем на чертеже, можно перенести начало координат. Это наиболее удобный вариант при установке окон, дверей и любых других элементов: «Источник пользователя» устанавливается на месте стыка стен, а затем вводятся необходимые координаты для установки элемента.

Необходимо отметить, что курсор принимает различную форму в зависимости состояния работы, например, если курсор позиционирован на крайних точках элемента – галочка, на оси – «мерседас» и д.р. Следует внимательно смотреть на форму курсора, особенно при выборе элементов.

Одним из важнейших инструментов при проектировании объектов недвижимости, является «Указатель». С помощью данного инструмента, можно выбрать для дальнейшей работы один или несколько элементов чертежа, добавить объект к выбранному или исключить из выделенного, с помощью клавиши «Shift».

Если необходимо изменить набор выбранных отрезков, нажмите на клавишу «Shift» и, не отпуская её, укажите какой-либо отрезок или группа отрезков. Если вновь выбранный элемент, уже был среди выбранных, он будет исключен из набора, а если не был, то будет добавлен в набор.

Информационное табло инструмента «Указатель» предлагает ряд методов выделения при использовании прямоугольной или многоугольной рамки (рисунок выбора 5.6). Первый метод (выбираемый ПО умолчанию) предполагает, что будут выбраны все те элементы, у которых хотя бы одна вершина, сторона или кривая попадет внутрь многоугольной или прямоугольной рамки. Второй метод требует, чтобы весь объект попал в рамку выбора.



Опции инструмента

Методы выделения

Методы построения

Рисунок 5.6 – Панель управления инструмента «Указатель»

Активируйте инструмент «Указатель», нажав мышью соответствующую кнопку на «Панели инструментов». Щелкните мышью на чертеж и переместите курсор – за ним потянется «резиновый» прямоугольник. Щелкните мышью третий раз, указав еще одну точку – прямоугольник сразу исчезнет с экрана, а объекты, у которых хотя бы часть попала в этот прямоугольник, станут выбранными. Выбранные отрезки отмечаются жирными черными точками на конце и в середине. Эти точки будем называть характерными точками отрезка.

Один отрезок можно выбрать, просто щелкнув на нем мышью, при этом должен быть активен инструмент «Указатель». Когда курсор находится в характерных точках отрезков, он имеет форму «птички», во всех остальных точках отрезок курсор имеет вид значка «мерседас».

Для построения конструктивных элементов в среде ArchiCad 25 необходимо использовать вспомогательные элементы. К вспомогательным элементам относятся линейные элементы. Для создания линейных элементов чертежа используются четыре инструмента: линия, дуга/окружность, ломанная, сплайн. Данные инструменты располагаются на «Панели инструментов» (рисунок 5.7).



Рисунок 5.7 – Панель инструментов

Используя инструмент «Полилиния или Дуга/окружность», на панели «Панель инструментов», постройте в центре координатной сетки круг диметром 3000 мм.

Инструментом «Окружность», создайте окружность меньшего диаметра в точке пересечения полилинии с одной из её осей диметром 500 мм. Затем используя функцию тиражирования объектов (Ctrl+c) с вариантом (поворот) размножьте малую окружность вдоль линии основного круга (рисунок 5.8).



Рисунок 5.8 – Проектирование основания «Греческой колонны»

Для создания данной колонны необходимо в «Панели инструментов», выбрать инструмент «Стена», после этого откроется окно «Параметры стены по умолчанию». В открывшимся меню «Параметры Стены по умолчанию» необходимо установить толщину и высоту стен. Кроме этого, на панели «Панель настройки параметров активного инструмента», необходимо выбрать пиктограмму стен в виде многоугольника. Установите параметры (рисунок 5.9).

Геометрический Вариант:	🔏 Параметры Стены по Умолчанию	? ×
	公,	По умолчанию
00	ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ	
	Верхняя Привязка:	
	Не Связан 🗸	
Sarrag heixi dag cag	5000 0 Собственный Этаж: 1. 1-й этаж (Текущий) ~ от Проектный Нуль ▶ 0	Кирпич - Глиняный Полнотелый       •         С       500         С       С         Углы Многоугольной Стены могут меняться         Линия Привязки:         С         С         С         С         О
	МОДИФИКАТОРЫ СМЕЩЕНИЯ	ПРОФИЛЯ
	ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В	PA3PE3E
	<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^
	Показ на Этажах	Все Релевантные Эта 😐
	Показ на Плане Этажа	Проекция
	Показ Проекции	Согласно Диапазону 🗮
	<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>	
×	□∕ Линии Сечений	Сплошная линия
		A 60 47
	• 🔄 МОДЕЛЬ	
	ПАРАМЕТРЫ КОНСТРУКТИВНО	ГО АНАЛИЗА
	КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТЕ	3A
+ + Ax: -20020 Ay: 2636	🕮 💿 Конструктив - Стены Несущи	е 🕨 Отменить ОК

Рисунок 5.9 – Диалоговое окно «Параметры Стены по умолчанию»

На следующем этапе необходимо выбрать инструмент «Волшебная палочка». «Волшебная палочка» – это инструмент позволяющий создавать новые элементы на основании уже построенных элементов.

Этот инструмент на основе имеющийся в проекте информации создает новые элементы, соответствующие инструменту, выбранному в данный момент на «Панели инструментов». Для активации, данного инструмента, можно нажать на кнопку на «Панели управления» или нажать на клавишу «Пробел» – курсор изменит свою форму. При активации инструмента курсор принимает форму «Волшебной палочки», после чего следует щелкнуть мышью на том элементе, по которому будет определяться контур. Удерживая нажатой клавишу «Пробел», переместите указатель внутрь контура, образованного полилинией и щелкните кнопкой мыши. Перейдите в режим 3D. Таким образом, была спроектирована «Греческой колонны» (рисунок 5.10).



Рисунок 5.10 – Результат создания «Греческой колонны»

После этого удалите вспомогательные линии и сохраните изменения в проекте: (Файл – Сохранить).

## Задание 6. Создание простых пространственных объектов

Запустите программный пакет ArchiCad 25, создайте новый проект по именем «практика фамилия студента 2.pln». Подключите координатную сетку.

Для начала, используя инструменты «Дуга/окружность и линия», постройте основание площади. Сначала постройте две окружности: первая окружность диаметром 5000 мм, вторая окружность диаметром 10000 мм. Для этого перенесите точку отсчета в центр координатной сетки (рисунок 6.1).



Рисунок 6.1 – Построение окружностей

Затем, используя инструмент «Линия», на «Панели инструментов», установите настройки прямоугольник, необходимо построить восемь квадратов и расположить их в углах будущей площади за пределами окружностей. Квадраты представлены двух видов размерами 2000х2000 мм и 4000х4000 мм.

Дополнительно, используя инструмент «Линия», на «Панели инструментов», установите тип линии – отдельная, разделите вторую окружность на 8 частей, через каждый 45°, центральную окружность на 4 части, через каждый 90° (рисунок 6.2).



Рисунок 6.2 – Проектирование квадратов

Используя инструмент «Перекрытие», постройте прямоугольный контур, чтобы покрытие перекрывало, ранее созданные элементы. Построение перекрытие начинайте с левого верхнего угла, можно использовать размеры 32000х32000 (рисунок 6.3).



Рисунок 6.3 – Создание основания площади

Для перекрытия необходимо установить следующие параметры, для этого выделите созданное перекрытие, сделайте клик правой кнопкой мыши и выберите пункт «Параметры выбранного перекрытия» (рисунок 6.4).





В открывшимся меню «Параметры выбранного перекрытия» необходимо установить высоту и тип перекрытия. Также параметры замены покрытия перекрытия. Установите настройки, как показано на рисунок 6.5.

🌈 Параметры Выбранного Перекрытия	? ×
\$\$ ·	Выбрано: 1 Редактируемых: 1
—  —  ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ	
300	
0 Плити	ка - Напольная 🔹 🕨
Собственный Этаж:	
1. 1-й этаж 🗸 🗲 🧟	<u>√∝</u> 90,00°
от Проектный Нуль 🕨 Плоскость I 1 0 🕎 🖓 🖾 с	Привязки:
▼ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□ ·□	
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^
Показ на Этажах Только Собство	енный 😐
• ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ	
Перо Линии Сечения 0.30 мм	29
у Заменить Перья Штрихов Нет	
	~
▼ 🔄 модель	
Замена Покрытий:	
🖅 📃 Дорожное Покрытие 🚟 🖾 🕨	
G Бетон - 04 III 🖾 🕨	
☐ Бетон - 04	
Специальная Привязка Текстуры:	Восстановить Текстуру
Параметры конструктивного анализа	
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
🕮 💿 Конструктив - Перекрытия 🕨	Отменить ОК

Рисунок 6.5 – Диалоговое окно «Параметры Покрытия по умолчанию»

Затем, перейдите в режим 3D и проверьте порядок отрисовки созданного вами перекрытия (рисунок 6.6).



Рисунок 6.6 – Результат создания покрытия

На следующем этапе, необходимо запроектировать отверстия в смоделированном перекрытии. Для этого следует вернуться в первоначальный режим редактирования (вкладка 1. 1-й этаж) и, используя инструмент

«Указатель», выделить перекрытие. После чего, в «Панели инструментов» выберите инструмент «Перекрытие». Далее, зажмите клавишу пробела или выберите указательную стрелку в виде «Волшебной палочки» и щелкните по контору созданного перекрытия в месте, где необходимо запроектировать отверстие (квадрат) (рисунок 6.7).



Рисунок 6.7 – Вырезание отверстий из покрытия

Сделайте отверстия во всех местах, где необходимо (квадраты и круги). Таким образом, была создана пешеходная зона площади (брусчатка) (рисунок 6.8).



Рисунок 6.8 – Результат создания покрытия

Дальше необходимо заполнить созданные просветы газоном. Для создания газона необходимо в «Панели инструмента» выбрать инструмент «Перекрытие», после этого, в открывшемся окне «Параметры перекрытия по умолчанию», необходимо установить параметры, как показано на (рисунок 6.9).

🏠 Параметры Выбранного Перекрытия	? ×
±.	Выбрано: 1 Редактируемых: 1
—  П <sup>‡</sup> ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ	
1000	Напольная 🕨
Собственный Этаж:	Q0.00°
от Проектный Нуль 1000	16язки:
• ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ	
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> <li>Показ на Этажах</li> <li>Только Собственн</li> </ul>	ый
<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> <li>Линии Сечений</li> <li>Спаршиная линия</li> </ul>	
□ ↓ Перо Линии Сечения 0.30 мм	29
	•
Бамена Покрытии:	
🕝 🗌 Кирпич - Белый Натурал 🖽 🖾 🕨 🔐	
Бетон - 04 ### 🖾 >	
Специальная Привязка Текстуры:	Восстановить Текстуру
Параметры конструктивного анализа	
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
Конструктив - Перекрытия	Отменить ОК

Рисунок 6.9 – Настройка параметров газона

Затем инструментом «Перекрытие» и зажимая клавишу пробел или «Волшебной палочки (магический жезл)» поочередно перемещайте указатель мыши внутрь каждого сегмента и щелкайте кнопкой мыши. Постройте перекрытие, которое будет изображать плоскость газона. Таким образом, был создан газон площади (рисунок 6.10).



Рисунок 6.10 – Результат создания газона

Аналогичным способом создайте водоем в центре площади (центральный круг), используя инструмент «Перекрытие». Установите параметры для водоема (рисунок 6.11). Далее при заполнении центрального круга, используйте функцию «Магический жезл».

🔎 Параметры Перекрытия по Умолчанию ?	×
Са 🕨 По умолча	анию
0 Вода	►
Собственный Этаж:	
Гибкий (Согласно Отметке) V	
от Проектный Нуль 🕨 Плоскость Привязки:	
0 221	
🝷 . 🕎 ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ	
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^
Показ на Этажах 🛛 Только Собственный 🏛	
<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>	
🗆 / Линии Сечений Сплошная линия ————	
🗆 🖳 Перо Линии Сечения 0.30 мм 29	
	<u> </u>
* 🖉 МОДЫВ	
Замена Покрытий:	
🖅 🔲 Вода - Волны 🖾 🕨	
🕝 🔲 Вода - Волны 🖾 🕨 🔓	
🗁 🔲 вода - волны	
Специальная Привязка Текстуры: Восстановить Текстуру	
Развити параметры конструктивного анализа	
Конструктив - Перекрытия Отменить ОК	

Рисунок 6.11 – Установление параметров водоема

Также аналогичным способом создайте бортики водоема площади (второй круг), используя инструмент «Перекрытие». Установите параметры для бортика (рисунок 6.12). Далее при заполнении второго круга используйте функцию «Магический жезл».

🔎 Параметры Перекрытия по Умолчанию	?	$\times$
<b>公</b> ・	1о умолча	нию
▼ □ ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ		
1000 🖾 🖾		•
Собственный Этаж:		
1. 1-й этаж (Текущий) V 🔽 🙀 90	),00°	
от Проектный Нуль 🕨 Плоскость Привязки:		
<ul> <li>ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ</li> </ul>		
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> <li>Показ на Этажах</li> <li>Толи на Собстранний</li> </ul>	â	<u> </u>
ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ		
— Линии Сечений Сплошная линия — — — — — — — — — — — — — — — — — — —		
🖂 🖳 Перо Линии Сечения 0.30 мм 29		
💭 省 Заменить Перья Штрихов Нет		
		Ť
* 🔄 МОДЕЛЬ		
Замена Покрытий:		
🖂 🔲 Камень - Мрамор Розов 🖾 🕨		
🕝 🛛 Камень - Мрамор Карра 🖾 🕨 🔓		
Бетон - 04		
Специальная Привязка Текстуры: Восстановить Т	екстуру	
Параметры конструктивного анализа		
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА		
	ОК	

Рисунок 6.12 – Установление параметров бортика

Таким образом, была создана площадь с элементами: газон, водоем и брусчатка (рисунок 6.13).



Рисунок 6.13 – Результат создания площади

## Задание 7. Проектирование объекта недвижимости

Запустите программный пакет ArchiCad 25, создайте новый проект под именем «практика фамилия студента\_3.pln».

Подключите координатную сетку.

Начнем с построения стен. Для этого надо навести курсор мышки на инструмент «Стена» на «Панели инструментов». Чтобы задать параметры стены, надо нажать на этот значок двойным щелчком мыши. Откроется окно «Параметры стены по умолчанию», здесь уже даны параметры стены по умолчанию (рисунок 7.1).

🌇 Параметры Стены по Умолчанию	? ×				
	По умолчанию				
ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ					
Верхняя Привязка:					
2. 2-й этаж (Собственный + 1) 🛛 🗸					
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •	🛛 🔲 Кирпич - Глиняный Полнотелый 🔹 🕨				
3000					
· · · * 0	<u> </u>				
Собственный Этаж:					
1. 1-й этаж (Текущий) 🛛 🗸					
от Проектный Нуль 🕨					
<ul> <li>Отображение на плане и в р</li> </ul>	A3PE3E				
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^				
Показ на Этажах Е	Зсе Релевантные Эта 😐				
Показ на Плане Этажа Г	Іроекция 🗃				
Показ Проекции С	Согласно Диапазону 🚘				
<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>					
Линии Сечений С	Сплошная линия				
	47				
С					
ПАРАМЕТРЫ КОНСТРУКТИВНОГО АНАЛИЗА					
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА					
🕮 💿 Конструктив - Стены Несущие	• Отменить ОК				

Рисунок 7.1 – Окно «Параметры стены по умолчанию»

Теперь установим необходимые параметры наружных стен нашего здания. Выберите пиктограмму стен в виде прямоугольника и строительный материал стен (пункт 1, рисунок 7.2). Установите привязку по внутреннему краю (пункт 2, рисунок 7.2). В окне «Параметры стены по умолчанию» установите соответствующую толщину и высоту стен (пункт 3, рисунок 7.2).

🔎 Параметры Стены по Умолчанию		? ×	зе: Связанные Этажи:		
<b>公</b> •		По умолчанию	▶ Соб 1. 1-й этаж (Тек		
ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ	2				
Верхняя Привязка:	3		30000 · · · · · · · · 40000		
2. 2-й этаж (Собственный + 1) 🗸 🗸					
2000	🛛 Кирпич - Глиняный Поле	нотелый 🖛	1		
5000		500	3		
0	ПЛЛ Г	90,00°			
Собственный Этаж:					
1. 1-й этаж (Текущий) 🛛 🗸					
от Проектный Нуль 🕨	Линия Привязки:	<b>2</b>			
модификаторы смещени	клифочн				
ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В	PA3PE3E				
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>		^			
Показ на Этажах	Все Релевантные Эта	<u></u>			
Показ на Плане Этажа	Проекция				
ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ	согласно диапазону				
Линии Сечений	Сплошная линия				
	A 50 47 [	• • • •			
МОДЕЛЬ					
Параметры конструктивно конструктивно	ОГО АНАЛИЗА				
🕮 💿 Конструктив - Стены Несущи	е 🕨 Отменить	ОК			

Рисунок 7.2 – Установление параметров стен

В пункте «Модель», в окне «Параметры стены по умолчанию», установите замену покрытий стен. Активируйте три вида замены: наружная поверхность, торцевая поверхность и внутренняя поверхность. Далее установите параметры замены (рисунок 7.3).

🔎 Параметры Стены по Умолчанию	? ×				
☆・	По умолчанию				
ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ					
Верхняя Привязка:					
2. 2-й этаж (Собственный + 1) 🗸					
2000	Кирпич 🕨				
5000					
	Π / Λ //α 90,00°				
Собственный Этаж:					
1. 1-й этаж (Текущий) 🛛 🗸					
от Проектный Нуль О Проектный Нуль Линия Привязки: О Проектный Нуль О Проектный Н					
Кирпич - Красный 🗱					
	Срув				
<ul> <li>Покрытия Торцов: Заменить с учетом Примыкающих Стен</li> <li>Привязать Текстуру к Торцам Стены</li> </ul>					
Специальная Привязка Текстуры:	Восстановить Текстуру				
Отношение к Зонам: Граница Зоны 🗸					
ПАРАМЕТРЫ КОНСТРУКТИВНОГО АНАЛИЗА					
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА					
🕮 👁 Конструктив - Стены Несущие	• Отменить ОК				

Рисунок 7.3 – Установление параметров замены покрытий стен

После проделанных манипуляций нажимаем кнопку «ОК» и окно автоматически закроется.

В «Информационном табло» можно также задавать различные параметры стен. Выделяются четыре варианта геометрии стен:

- •прямоугольная;
- •криволинейная;
- •трапециевидная;

• многоугольная.

Трапециевидная стена отличается от прямоугольной только тем, что имеет в плане вид трапеции, толщина на её концах разная.

Многоугольная стена создается так же, как многоугольная штриховка. Необходимо указать не менее трех точек, которые определят вершины многоугольника. Для завершения указания точек нужно дважды щелкнуть мышью в одной точке.

Для линейных стен есть четыре способа построения:

- •отдельная стена;
- •многосекционная стена;

•прямоугольник стен;

•повернутый прямоугольник стен.

Для построения отдельных стен нужно указать точки начала и конца её линии привязки. Указание точек может производиться как с помощью мыши, так и заданием координат этих точек с клавиатуры. Оно используется для создания отдельно стоящих стен и перегородок.

Для построения многосекционных стен необходимо указывать точки – вершины ломаной, на которой будут находится линии привязки стен. Стена продолжает строиться по указанным точкам до тех пор, пока вы не произведете одно из следующих действий:

• дважды щелкните мышью в одной точке;

•нажмете кнопку «Отменить» на «Панели управления»;

•выберете на «Панели инструментов» любой другой инструмент.

При построении прямоугольника стен нужно задать две точки, линии привязки стен образуют прямоугольник с осями, параллельными осям координат, указанные точки будут лежать на диагональных углах этого прямоугольника.

Для построения повернутого прямоугольника стен сначала нужно указать две точки, которые зададут направление и длину основания прямоугольника, а затем указать третью точку, определяющую высоту прямоугольника. Если после задания двух первых точек вы хотите изменить длину основания, нажмите клавишу «Shift», а потом задайте третью точку. Линия привязки стен будет расположена на этом прямоугольнике.

Для криволинейных стен есть свои способы построения:

- •круглая стена, заданная по центру и двум точкам;
- •круглая стена, заданная по трем точкам;
- •круглая стена, заданная касательными.

Для построения круглой стены первым способом сначала нужно указать точку центра окружности, на которой находится линия привязки этой стены. После этого необходимо указать еще две точки, которые зададут два луча, рассекающие окружность на две дуги. Какая из дуг будет выбрана, зависит от того, как расположен курсор перед указанием третьей точки. После задания второй точки, которая определит радиус окружности, далее, перемещая курсор, следить за изображением «резиновой» стены и постараться поместить его ближе к точке, которая будет задана третьей, чтоб «резиновая» стена располагалась так, и с клавиатуры. Необходимо отметить, что если в процессе построения, стена располагается не с той стороны от линии привязки, как необходимо, то изменить ее расположение, не прерывая построения стены, можно выбрав в «Информационном табло» другой вариант привязки.

Построение круглой стены по заданным трем точкам заключается в том, что первые три точки определяют проходящую через них окружность, причем первая точка является началом линии привязки строящийся стены, четвертая точка задает конец линии привязки. Поскольку две точки на окружности соединяются двумя дугами, то программе предстоит сделать выбор: какую из дуг выбрать. Для того, чтобы была нарисована нужная вам часть стены, после указания трех точек перемещайте курсор по или против часовой стрелки вокруг центра окружности, пока не увидите, что отображаемая во времени движения курсор «резиновая» стена близка к требуемой, после этого указывайте четвертую точку.

Круглая стена, заданная касательными – этот вариант предназначен для создания круглой стены по имеющимся одной, двум или трем касательным. Далее необходимо, указать три точки, все они или некоторые из них могут указываться на существующих отрезках или границах прямых стен (курсор в это время должен иметь вид значка «мерседес»). Если точка указывается на отрезке (или границе стены), то прямую, на которой находится этот отрезок, программа интерпретирует как касательную к создаваемой окружности, на которой будет находиться линия привязки круглой стены. Если во время указания точки курсор не имеет вид значка «мерседес», то окружность будет проходить через эту точку. После указания трех точек может возникнуть ситуация неопределенности, тогда курсор примет форму «глаза», необходимо, перемещая его по экрану, выбрать нужный вариант и щелкнуть кнопкой мыши.

По умолчанию масштаб проекта 1:100, т. е. в 1 мм 0,1 м. Сейчас, рабочее полотно, имеет вид в клеточку, и это очень удобно. Перенесите точку отсчета в левый нижний угол координатной сетки (рисунок 7.4).



Рисунок 7.4 – Перенос точки отсчета

Теперь смотрим на верхнюю панель, там есть также значок «Стена», в этой же строчке правее есть 4 значка – геометрические варианты стен, наводим мышку на первый значок, нажимаем на него и удерживаем: появляются еще 4 варианта: просто прямая, зигзаг, прямоугольная и прямоугольная под углом. Выбираем прямоугольную. Теперь наводим стрелочку в левый нижний угол координатной сетки и нажимаем левой кнопкой мышки. Появился крестик — это начало стены. Для удобства это место надо увеличить, т. е. как бы придвинуть к себе, для этого просто крутим колесико на мышке, теперь рисуем прямоугольник, к примеру 16000\*8000 миллиметров. Теперь вам, наверное, интересно посмотреть, что получилось в 3D. Перейдите в режим 3D. Чтобы посмотреть созданную внешнюю стену капитального строения со всех сторон, надо нажать правой кнопкой мыши и выбрать там (Орбита) (рисунок 7.5).



Рисунок 7.5 – Создание внешней стены, вид 3D

Далее перейдем в первоначальный режим редактирования (вкладка 1. 1-й этаж), для этого тоже есть значок на верхней панели, или с помощью правой кнопки мыши – перейти к плану этажа.

На следующим этапе необходимо отредактировать стены капитального строения, закруглить две стены. Для этого наводим указатель мыши на любую из четырех стен и нажимаем. Подсветится полностью вся конструкция. Теперь на верхней панели выбираем значок «Временно разгруппировать (Alt+П)», кликаем на него один раз левой кнопкой мыши (рисунок 7.6).



Рисунок 7.6 – Результат разгруппировки стен

Наводим стрелочку на пустое место и щелкаем левой кнопкой мыши. Зеленый цвет пропал. Теперь поочередно наводим стрелку на стены, которые необходимо сделать круглыми, и нажимаем левой кнопкой мыши. Теперь удаляем ее, нажав клавишу «Delete». Теперь снова выбираем инструмент «Стена» на «Панели инструментов», нажав один раз левой кнопкой мыши, теперь идем на верхнюю панель там, где геометрические варианты стен, нажимаем и удерживаем значок с вариантом криволинейная и выбираем среднюю – по трем точкам. Наводим появившийся крестик на верхний уголок отрезанной стены, нажимаем левой кнопкой мыши, появилась прямая линия, направляем ее посередине между промежутком стен, немного вынося из области квадрата и нажимаем опять левой кнопкой мыши и теперь ведем нашу криволинейную во внешний крайний угол другой стены (той, с которой хотим соединить), при этом видим уже область окружности, и опять нажимаем, и еще раз нажимаем для закрепления (рисунок 7.7).



Рисунок 7.7 – Создание закругленных стен

Отмените только что созданные действия, верните изначальные прямоугольные стены и сгруппируйте.

На следующем этапе необходимо спроектировать внутренние помещения, построить внутренние стены. Для этого снова на «Панели инструментов», выбираем инструмент «Стена», и кликаем на него два раза, откроется окно «Параметры стены по умолчанию», и устанавливаем необходимые параметры. Высота – 2000 мм, толщина – 120 мм, тип материала оставляем кирпич, замены покрытий, устанавливаем штукатурка, параметры высококачественная белая. Геометрический вариант стен выбираем прямолинейная отдельная и начинаем делить первый этаж на комнаты. От левого нижнего угла, в вправо по длине прямоугольника, отступаем 5000 мм и строим перпендикуляр к противоположной стороне. Далее от построенной стены отступаем 3000 мм вправо и также строим стену параллельно первой. Таким образом, был разделен первый этаж на три помещения. Далее в центральном помещении, от нижней стороны прямоугольника отступаем 4000 мм и также строим стенку. В результате первый этаж был разделен на 4 части: прихожая, санитарный узел, гостиная и кухня. Дополнительно установите проектный ноль со значением 2000 мм (рисунок 7.8).



Рисунок 7.8 – Проектирование внутренних помещений

Для удобства обозначим комнаты. Для этого на «Панели инструментов» в документировании находим инструмент «А текст», нажимаем на него один раз левой кнопкой мыши, затем переводим крестик в то место, где нам надо написать слово, и щелкаем два раза левой кнопкой мыши (рисунок 7.9).



Рисунок 7.9 – Подписание названий внутренних помещений

Далее приступаем к построению дверей и окон.

В создании дверных и оконных проемов помогут инструменты «Окно» и «Двери». Для начала установим входную дверь, на «Панели инструментов» выберите инструмент «Двери», откройте окно «Параметров двери по умолчанию». В открывшемся окне в нижнем левом углу находится маленькая панель, в котором располагается большой выбор дверей. В библиотеке дверей представлены элементы с заполнением и проемы как отверстия в стене. Одни типы библиотечных элементов носят универсальный характер, поэтому представляют множество вариантов изменения их формы и размеров до или после размещения в проекте. С другой стороны, имеются специальные двери, например, представляющие продукцию конкретного производителя, которые

могут быть размещены либо в том виде, как они определены, либо с незначительными изменениями. Дисплейное окно (рисунок 7.10) позволяет просмотреть отображение выбранного в библиотеке элемента в различных вариантах:

- в окне плана этажа;
- в разрезе;
- в аксометрическом виде в линейном изображении;
- в аксометрическом виде в тонированном изображении;
- в фотореалистичном изображении при визуализации.

🎊 Параметры Двери по Умолчанию	? X
▶         ☆         Q         ∅	Однопольная Дверь с Фрамугой 25 По умолчанию
✓ ☐ 1.2 Двери 25	<ul> <li>ПРОСМОТР И РАСПОЛОЖЕНИЕ</li> </ul>
Витрины 25     Ворота 25     Ворота 25     Поутые Дверные Проемы 25     Раздвижные 25     Распашные 25     Складывающиеся 25     Виблиотехия BMkloud     Листания 25	900 900 12400 Привязка: Низ к Этажу 1 0 Четверть к Поверхности Эте ± 2 с д 12 2 ерхально В рекально С реклания С р
	<ul> <li>Параметры распашной двери</li> </ul>
Металлическая Двупольная Однопольная Дверь 25	・ 江生 отображение на плане и в разрезе
дверь 25	<ul> <li>в Па Маркер размера</li> </ul>
	▶ ⊥дŲ СТИЛЬ ТЕКСТА МАРКЕРА
	ПЕ СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МАРКЕРА
	) E КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА
🕮 Пустой Проем	Отменить ОК

Рисунок 7.10 – Окно «Параметры дверей по умолчанию»

Доступные изменения в конструктивную систему коробки, оформление и отделку стены можно внести в поле «Параметры» в соответствующих разделах, содержание которых раскрывается нажатием мышки на синюю стрелку в начале раздела или в поле «Параметры двери». Переход от раздела к разделу происходит по стрелкам.

При выборе дверного полотна можно определить не только геометрические параметры, но и стиль ручки, высоту и ее размещение (в случае дверного полотна). Подробная настройка геометрических параметров таких дополнительных элементов, как ставни, арки и пр., и присвоение им оригинальных покрытий позволяет создать авторские варианты заполнения проемов (рисунок 7.11).

🏠 Параметры Двери по Умолчанию			? X
<b>帰・</b> ☆ Q	• ئۇئ	Однопольная Дверь с Фрамугой 25	По умолчанию
✓ □ 1.2 Двери 25	^	<ul> <li>ПРОСМОТР И РАСПОЛОЖЕНИЕ</li> </ul>	
🛅 Витрины 25		ПАРАМЕТРЫ РАСПАШНОЙ ДВЕРИ	
🛅 Ворота 25		Параметры Двери и Открывания	•
Вращающиеся 25			
Пустые Дверные Проемы 25		Полотно Двери Пип Открывания	A
Раздвижные 25			±∠⊂
Распашные 25			
Складывающиеся 25		Без Раскл 🕨	
	~	Коробка	
		🛙 Простой Уступ 🗸	2=
17 BY	^	Приточная Вентиляция	
		В Раме	<b>P</b>
The second se		Уровень Детализации	
Металлическая Двупольная Однопольная Дверь 25 дверь 25		Ручка 2 В ЗD-детализация по ПМВ	~
		UT 2D-детализация по ПМВ	$\sim$
		ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ	
		в де маркер размера	
P		▶ ⊤⊠∀ СТИЛЬ ТЕКСТА МАРКЕРА	
		СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МАРКЕРА	
Фрамугой 25	~	и Пассификация и соонства	
🚇 Пустой Проем		Отменить	ОК

Рисунок 7.11 – Установление параметров дверных проемов

При необходимости можно создать проем без заполнения, воспользовавшись кнопкой «Пустой проем» или выбрав элементы в разделе библиотеки «Проемы».

Кроме геометрических параметров можно внести экономические показатели в поле «Смета», которые найдут отражение при составлении смет.

Таким образом, выберите дверь: однопольная дверь с фрамугой 25, с типом ручки 2. Нажимаем «ОК».

Для размещения дверных проемов имеется два способа.

При первом способе необходимо указать цент проема.

Для размещения двери щелкните в требуемом месте контура стены, затем сделайте второй щелчок курсором – «глазом» для указания направления её открывания.

При использовании второго способа необходимо указать размещение крайней точки проёма.

Для размещения окна щелкните в требуемом месте контура стены, затем сделайте второй щелчок курсором – двойным «глазом» для указания, в какую сторону от указанной точки будет размещен проем, а после этого укажите направление внешней стороны проема или сторону открывания двери.

Обратите внимание, что можно получить четыре варианта ее навески: внутрь левая и правая, и наружу левая, и правая. Выбор осуществляется перемещением курсора в виде «глаза» при установке, так же, как и в случае с окном.

Таким образом, направляем крестик в то место, куда хотим поставить дверь – на внешнюю или внутреннюю поверхность стены (при этом крестик превращается либо в жирную, либо нежирную рогатку) и нажимаем левой кнопкой мыши, образовался значок обозначения угла (рисунок 7.12).



Рисунок 7.12 – Результат создания внешней двери

Теперь так же установим внутренние двери капитального строения. Запускаем снова окно «Параметров двери по умолчанию». Выбираем дверь: однопольная дверь 25, с типом ручки 5 (рисунок 7.13 и 7.14).

🔎 Параметры Двери по Умолчанию		? ×
▶         ☆         Q         @•	Однопольная Дверь с Фрамугой 25	По умолчанию
✓ ☐ 1.2 Двери 25	<ul> <li>ПРОСМОТР И РАСПОЛОЖЕНИЕ</li> </ul>	
🛅 Витрины 25	ПАРАМЕТРЫ РАСПАШНОЙ ДВЕРИ	
Ворота 25	4 🕨 🖅 🖸 Параметры Двери и Открывания	Þ
Вращающиеся 25		
Пустые Дверные Проемы 25	Полотно Двери Тип Открывания	
Раздвижные 25	Распашная 🗸	3 C
Распашные 25		
Складывающиеся 25	Без Раскл 🕨	
Библиотеки BIMcloud	Коробка	
· • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	Простой Уступ 🗸	3 <b>-</b>
	Ручка В Раме	¥44-
	Уровень Детализации	
дверь 25	О Р ЗD-детализация по ПМВ	
	2D-детализация по ПМВ	~
	• 近至 отображение на плане и в разрезе	
	▶ з∱в МАРКЕР РАЗМЕРА	
Provide the Provide State Stat	ІДЧ СТИЛЬ ТЕКСТА МАРКЕРА	
	СПЕЦИАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ МАРКЕРА	
Однопольная Дверь с Фрамугой 25 Голуторная Дверь 25	КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
Пустой Проем	Отменить	ОК

Рисунок 7.13 – Установление параметров дверных проемов внутренних стен



Рисунок 7.14 – Результат создания дверных проемов

Таким образом, были сделаны двери в капитальном строении.

Переходим к созданию окон. На «Панели инструментов» выберите инструмент «Окно», откройте окно «Параметров окон по умолчанию». В параметрах окон также имеется большое количество настроек, а также дизайнерских решений. Выберите понравившиеся окна, подберите собственные настройки. Аналогичным способ, как двери, установите окна. Перейдем в режим 3D и рассмотрим конструкцию (рисунок 7.15).



Рисунок 7.15 – Результат создания оконных проемов

Далее рассмотрим, как конструировать цоколь. В окне «Настройка этажей» в верхнем меню «Конструирование» нажимаем установка этажей. Открылось окно, и 1 (первый) этаж, на котором находимся, подсвечен синим. Нажимаем пункт «Поместить под», появился этаж -1 (минус первый) – это и будет цоколь, автоматически установился уровень и высота -3000 и 0 соответственно, меняем на -1000 и 0, нажимаем «ОК» (рисунок 7.16).

🔏 Настройка Этажей	~		?	×
№ Имя	Уровень	Высота	<u>* *</u>	
<ul> <li>3 3-й этаж</li> </ul>	6000	3000		~
<ul> <li>2 2-й этаж</li> </ul>	3000	3000		
<ul> <li>1 1-й этаж</li> </ul>	0	3000		
• -1 Цоколь	-1000	1000		
				$\sim$
Поместить Над Поместить Под	Удалить Этаж			
	0	гменить	ОК	

Рисунок 7.16 – Окно «Настройка этажей»

Теперь необходимо вернуться на первый этаж, для этого опять нажимаем меню «Конструирование», окно «Настройка этажей», наводим в открывшемся окне стрелку мыши на первый этаж, нажимаем на него один раз, затем «ОК».

Далее надо все то, что было создано на первом этаже, скопировать и перенести на цокольный. Данную операцию можно сделать двумя способами:

•использовать инструмент «Указатель», выбрав на «Панели инструментов» и удерживая левую кнопку мыши, все скопировать;

•использовать сочетание действий: редактор – выбрать все.

Но иногда окна с дверьми и еще некоторые элементы все равно могут не быть включены, тогда необходимо добавлять их к выделенному, удерживая клавишу «Shift».

В данном случае необходимы только стены, поэтому делаем следующим образом: нажимаем инструмент «Стена», меню (Редактор – Выбрать все стены), затем меню (Редактор – Копировать). Затем с помощью меню «Конструирование», окна «Настройка этажей» переходим на цокольный этаж и нажимаем «ОК». Открылось пустое рабочее поле. Теперь заходим в меню (Редактор – Вставить) и щелкаем мышкой на пустом месте для закрепления. Таким образом, появился цокольный этаж (рисунок 7.17).


Рисунок 7.17 – Перенос внешних стен с первого этажа на цокольный

Теперь все, что осталось, – внешние стены на цокольном этаже, с помощью инструмента «Указатель» выделяем данные стены, заходим в «Параметры заданных стен» и устанавливаем параметры (рисунок 7.18 и 7.19).

🔎 Параметры Выбранной Стены	? ×				
☆・	Выбрано: 4 Редактируемых: 4				
—  —  ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ					
Верхняя Привязка:					
1. 1-й этаж (Собственный + 1) 🗸 🗸					
	🖾 Бетон - Конструкционный 🕨				
1000					
	П. Л. Л. Да 90,00°				
Собственный Этаж:					
-1. Цоколь (Текущий) 💛					
от Проектный Нуль 🕨	Линия Привязки:				
	ADESE				
	SFESE				
Замена Покрытии: С С С С С С С С С С С С С С С С С С С	В         Порядок Сопряжения:           Срования:         Сруб				
🗌 Покрытия Торцов: Заменить с учетом Примыкающих Стен					
🔲 Привязать Текстуру к Торцам Стены					
Специальная Привязка Текстуры:	Восстановить Текстуру				
Отношение к Зонам: Граница Зоны 🗸					
Параметры конструктивного анализа					
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА					
Конструктив - Стены Несущие	Отменить ОК				

Рисунок 7.18 – Установление параметров стен цокольного этажа

Теперь перейдем в режим 3D и рассмотрим нашу модель.



Рисунок 7.19 – Результат создания цокольного этажа

На следующем этапе запроектируем перекрытия между цокольным, первым и вторым этажами.

Переходим в первоначальный режим редактирования, (вкладка 1. 1-й этаж), на «Панели инструментов» щелкаем на инструмент «Перекрытие». Отрылось окно «Параметры перекрытия по умолчанию» (рисунок 7.20).

🔎 Параметры Перекрытия по Умолчанию	? ×
<b>公</b> ・	По умолчанию
1; 300 mm	
0 Железобетон - Кон	іструкционный 🕨 🕨
Собственный Этаж: 1. 1-й этаж (Гекущий)	<u>√</u> α 90,00°
от Проектный Нуль 🕨 Плоскость Привязки:	
▼ ·□→ ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ	
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^
Показ на Этажах Только Собственный	<u> </u>
<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>	
— Линии Сечений Сплошная линия — — — — — — — — — — — — — — — — — — —	
— Ц Перо Линии Сечения 0.30 мм 29	
🖵 👦 Заменить Перья Штрихов Нет	~
Дерево - Дуб Светлый 🖾 🕨	
😂 📗 Бетон - 02 🕂 🖾 🕨 🔓	
🖉 🎆 Краска - Белила Титанов 🕨	
Специальная Привязка Текстуры: Восстан	овить Текстуру
Параметры конструктивного анализа	
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
( <i>СП</i> ) (Отненить	OK

Рисунок 7.20 – Окно «Параметры перекрытия по умолчанию»

В окне «Параметры перекрытия по умолчанию» необходимо установить следующие настройки: ширина – 300 мм, тип – плитка напольная, плоскость привязки – сверху, снизу. Также установите замены покрытий: наружная поверхность – дерево дуб светлый, торцевая поверхность – бетон, внутренняя поверхность – бетон (рисунок 7.21).

🔊 Параметры Перекрытия по Умолчанию	?	$\times$
	По умолч	анию
Собственный Этаж:		Þ
1. 1-й этаж (Текущий) — 🔽 🙀	90,00°	
от Проектный Нуль 🕨 Плоскость Привязки:		
• ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ		
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> <li>Показ на Этажах</li> <li>Только Собственный</li> <li>ПОВЕРУНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>	Ĥ	Î
Повет клости се телии		
□ 🖵 🗍 Перо Линии Сечения 0.30 мм 29		
		~
• Социналь		
Замена Покрытий:		
Дерево - Дуб Светлый         В           Бетон - 02         В           Бетон - 04         Ш		
Специальная Привязка Текстуры: Восстанови	ть Текстуру	
Развити параметры конструктивного анализа		
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА		
Конструктив - Перекрытия Отменить	OK	

Рисунок 7.21 – Установление параметров перекрытия

Если в открывшемся окне «Параметры перекрытия по умолчанию», в разделе «Форма и расположение» отсутствует доступ к редактированию пункта ширины перекрытия, его необходимо активировать. Для его активации необходимо изменить назначение «Штриховка сечения» в поле «Представление на плане и в разрезе», выбрав вариант векторной или символьной штриховки. Устанавливаем относительный проектный нуль – 0. После установления всех настроек нажимаем «ОК».

Аналогично, как и со стенами, у перекрытий имеются несколько способов построения плит перекрытий:

•многоугольник (как и при построении многоугольной стены появляется локальная панель, которая позволяет строить прямолинейные и криволинейные стороны многоугольника перекрытия, последовательно указав точки вершин многоугольника);

•прямоугольник;

•повернутый прямоугольник.

Выбираем метод построения – прямоугольник. Теперь ставим крестик в любой крайний внешний угол внешних стен (появляется галочка) и нажимаем один раз левой кнопкой мыши. Теперь нажимаем левой мышкой по диагонали в противоположный угол.

Также устанавливаем перекрытия на цокольном этаже и между первым и вторым этажом. При установлении перекрытий между этажами переходите между этажами через окно «Настройка этажей» в верхнем меню «Конструирование». Для перекрытия второго этажа необходимо установить

толщину 100 мм и замену покрытия (внутренняя поверхность – штукатурка, высококачественная белая) (рисунок 7.22).



Рисунок 7.22 – Отображение перекрытия в режиме 2D

Так же на второй этаж перенесите стены первого этажа, удаляя лишние элементы, кроме стен. Поменяйте высоту стен – 2000 мм (рисунок 7.23).



Рисунок 7.23 – Визуализация стен и перекрытий в режиме 3D

На следующем этапе необходимо установить лестницу между этажами капитального строения. Для начала необходимо создать отверстия в созданных перекрытиях. При создании используйте функцию «Волшебная палочка» и выполните следующею последовательность:

•предварительно создайте контур отверстия с помощью любого инструмента линейного черчения;

- •выберите перекрытие с помощью инструмента «Указатель»;
- •активируйте инструмент «Перекрытие»;

•активировав функцию «Волшебная палочка» в (Панели инструментов) управления или через клавишу «Пробел», нажмите на линейный контур будущего отверстия.

Сделаем отверстия в гостиной комнате на второй этаж с размерами 2000х3000 мм (рисунок 7.24).



Рисунок 7.24 – Создание отверстия в перекрытии

На «Панели инструментов» выбираем инструмент «Лестница». Откроется окно «Параметры лестницы по умолчанию». Выберите из загруженных библиотек лестницу, которая нужна для проекта, разместите её, как и любой другой объект. На плане этажа лестницы представляются в виде 2D-символа с выполнением стандартных требований к оформлению чертежа. Как и другие элементы, лестницы могут показываться только на своем собственном этаже или также и на других этажах.

В зависимости от этажа настройки внешний вид лестницы можно изменить в разделе «Параметры» файлового окна «Параметры лестницы по умолчанию». В разделе «Параметры» можно детально задать параметры лестницы, раздел «Модель» содержит поля для задания материалов покрытий. Для элементов лестниц можно отрегулировать их представление на плане и разрезе в разделе «Типы 2D-символа, стрелки, марша, ступеней и ограждения» (рисунок 7.25 и 7.26).



Рисунок 7.25 – Установление параметров лестницы



Рисунок 7.26 – Отображение лестницы в режиме 3D

На следующем этапе необходимо спроектировать крышу капитального строения. Для этого используется инструмент «Крыша» на «Панели инструментов». Перед этим необходимо перейти на второй этаж. В окне (Настройка этажей) нажимаем в верхнем меню «Конструирование», установка этажей и нажимаем второй этаж.

Имеется четыре основных геометрических варианта, позволяющих строить простые и сложные формы:

•многоугольная крыша;

•прямоугольная крыша (частный случай – крыша с поворотом);

•скатная многоярусная крыша;

•куполообразная крыша (частный случай – сводчатая крыша).

При нажатии на инструмент «Крыша» откроется окно «Параметры крыши по умолчанию» (рисунок 7.27).

🔏 Параметры Выбранной Крыши	? ×
公,	Выбрано: 2 Редактируемых: 2
▼ ☐ <sup>‡</sup> ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ	
Собственный Этаж:	
2. 2-й этаж 🗸	ОБЩИЙ - КОНСТРУКТИВНЫЙ 🔶 🕨
	• ►
от Проектный Нуль 🕨 4000	\[         \[         \[         \[
• 🗇 МНОГОСКАТНЫЙ ГЕОМЕТРИЧЕС	КИЙ ВАРИАНТ
• ОТОБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РИ	A3PE3E
▶ Д≫ модель	
Параметры конструктивного	О АНАЛИЗА
🕨 🖹 КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
Ф Конструктив - Крыши	Отменить ОК

Рисунок 7.27 – Окно «Параметры крыши по умолчанию»

Крышу можно строить двумя способами: на плане этажа и в 3D-окне, в некоторых случаях отличается алгоритм построения.

При построении на плане этажа необходимо выбрать один из двух геометрических вариантов крыши в «Информационном табло», затем двумя щелчками определите расположение базовой линии. При построении прямоугольной крыши ее стороны располагаются параллельно линиям сетки. В большинстве случаев базовая линия крыши должна совпадать с линией привязки стены или контура перекрытия.

Изменение формы курсора с жирной галочкой на жирный знак «мерседес» при его позиционировании на линии привязки стены или балки или с обычной галочки на обычный знак «мерседес» при его позиционировании на обычной стороне стены или балки является хорошим визуальным ориентиром для начала построения базовой линии крыши.

Начертите базовую линию.

После того, как определена базовая линия, произойдет изменение формы курсора: появится «глаз». Щелкните этим курсором с той стороны базовой линии, в направлении которой происходит подъем плоскости крыши (или её спуск, если было указано отрицательное значение угла подъема ската крыши).

Теперь можно определить контуры крыши, указывая щелчками положения вершин ее многоугольника (и указать на графический элемент, который соответствует контуру создаваемой крыши).

При построении в 3D-режиме необходимо выбрать инструмент построения крыши, а затем одну из первых двух пиктограмм геометрических вариантов (многоугольник, прямоугольник) в информационном табло. Укажите плоскость

крыши щелчками в трех точках – ArchiCAD автоматически построит базовую линию.

Приступите к построению контура крыши, последовательно указывая его вершины. При возврате к первой вершине появится курсор «молоток». Щелчком завершите построение многоугольника крыши. На основании построенного многоугольника ArchiCAD сгенерирует крышу.

Выберите один из двух вариантов и создайте крышу.

Далее надо заполнить инструментом «Стена» полости между крышей и перекрытием второго этажа. Для этого установите значение высоты стены на втором этаже с 2000 на 5000 мм. Затем через инструмент «Указатель» выделите данную стену, затем откройте меню (Конструктор – Дополнение к крыше – Подрезать под Односкатную крышу). Откроется окно «Подрезать под Односкатную крышу» (рисунок 7.28).

🔏 Подрезка под Односкатную Крышу	?	×
🖉 🖲 Подрезать Верх		
🕞 🔿 Подрезать Низ		
Типы Подрезаемых Элементов:		
🗹 Стены, Колонны и Балки		
🗌 Окна и Двери		
Перекрытия		
🗌 Библиотечные Элементы		
Верх Стен/Колонн по верхней Точке		
Примечание: Исходное Значение Высоты будет у	теряно	
Отменить	1одреза	ть

Рисунок 7.28 – Окно «Подрезать под Односкатную крышу»

Теперь перейдем к моделированию элементов благоустройства придомовой территории. В окне «Настройка этажей» в верхнем меню «Конструирование» переходим на 1 (первый) этаж. Двойным щелчком нажимаем на инструмент «Перекрытие». Устанавливаем толщину перекрытия – 300, относительный текущий уровень – 0, относительный проектный нуль – 0, выбираем материал – грунт. Также устанавливаем параметры замены покрытия перекрытия, как показано на (рисунок 7.29), и нажимаем «ОК». Создаем перекрытие вокруг капитального строения.

🌈 Параметры Выбранного Перекрытия	? ×
公,	Выбрано: 1 Редактируемых: 1
<ul> <li>ФОРМА И РАСПОЛОЖЕНИЕ</li> </ul>	
Собственный Этаж: 1. 1-й этаж от Проектный Нуль Р Плоско	амень - Кладка ► та
j 0 221 2	22.
▼ ·□· OTOБРАЖЕНИЕ НА ПЛАНЕ И В РАЗРЕЗЕ	
<ul> <li>ПОКАЗ НА ПЛАНЕ ЭТАЖА</li> </ul>	^
Показ на Этажах Только Соб	бственный 🏛
<ul> <li>ПОВЕРХНОСТИ СЕЧЕНИЯ</li> </ul>	
□/ Линии Сечений Сплошная	линия ———
□ 🖳 Перо Линии Сечения 0.30 мм	29
🚽 🍘 Заменить Перья Штрихов Нет	
• В модель	
заиена Покрытии:           Image: Права - Зеленая         Image: Non-Senetaria         Image: Non-Senetaria	
Специальная Привязка Текстуры:	Восстановить Текстуру
Параметры конструктивного анали:	3A
КЛАССИФИКАЦИЯ И СВОЙСТВА	
	Отменить ОК

Рисунок 7.29 – Установление параметров газона

Таким образом, был создан газон прилегающей территории. Теперь необходимо спроектировать пешеходные дорожки. Используя инструменты «Линейных объектов», а также полученные навыки из лабораторной работы 2, создайте пешеходные дорожки (рисунок 7.30 и 7.31).



Рисунок 7.30 – Проектирование прилегающей территории



Рисунок 7.31 – Результат создания проекта

Таким образом, был создан проект двухэтажного кирпичного дома с прилегающей территорией.

# 3. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

### 3.1. Перечень тестов и контрольных заданий

Тесты и контрольные задания проводятся в течение первого семестра по следующим темам:

- 1. Понятие САПР
- 2. Виды и стадии проектирования.
- 3. Основные принципы работы в AutoCAD
- 4. Основные функции AutoCAD Map 3D
- 5. Топографо-геодезические работы
- 6. Проектирование трасс
- 7. Понятие BIM -технологий

Примеры тестовых заданий по отмеченным темам:

 Интеграция данных выполняется в следующей последовательности:
 Объединение элементов с исключением информационной избыточности,
 Преобразование элементов системы к единому виду, 3) Выбор и создание интегрированной информационной основы, 4) Объединение элементов с исключением информационной избыточности, 5) Выявление и классификация элементов неоднородной системы;

2. Установите правильную последовательность стадий проектирования:

1) Разработка технического предложения, 2) Эскизное проектирование,

3) Предпроектное исследование, 4) Разработка технического задания,
5) Техническое проектирование, 6) Рабочее проектирование;

3. Методология проектирования заключается в выполнении следующих последовательных операций:

 Описание типовых проектных процедур, 2) Определение иерархической структуры проектируемых объектов, 3) Сформировать потоки процедур,
 Создание информационной модели, 5) Разработка типовых фрагментов маршрутов проектирования, 6) Выявить соответствие между процедурами и имеющимися пакетами прикладных программ;

4. Выберите верное утверждение:

1) Структурный анализ основан на абстрактном рассмотрении объектов моделирования и связей между их элементами, 2) Теория любых объектов или явлений основывается на некоем образе реальности, называемом моделью, инвариантные аспекты которой можно представить в виде структуры, построенной на основе неких логико-математических отношений, 3) При структурном анализе выявляются наиболее общие части структуры, связи и отношения между элементами системы, 4) Структурный анализ позволяет

представить структуру объекта моделирования как совокупность функциональных блоков, требует сведения разнообразных реальных данных и информационных потоков в единую систему 5) Структурный анализ позволяет представить объект моделирования как совокупность функциональных блоков, преобразующих информационные модели;

5. Выберите ошибочное утверждение:

1) Системный подход основан на абстрактном рассмотрении объектов моделирования и связей между их элементами, 2) Теория любых объектов или явлений основывается на некоем образе реальности, называемом моделью, инвариантные аспекты которой можно представить в виде структуры, построенной на основе неких логико-математических отношений, 3) При системном подходе выявляются наиболее общие части структуры, связи и отношения между элементами системы, 4) Системный подход позволяет представить объект моделирования как совокупность функциональных блоков, преобразующих информационные модели;

6. Физическая структура модели – это ...

1) построение информационных моделей и их анализ для изучения объектов реального мира, 2) способ реализации цифровой модели на конкретной технической основе (т.е. совокупность чертежей, слоев, классов объектов и т.п.),

3) совокупность схем и логических записей, обусловленных концепцией и методологией моделирования, описывающих данную цифровую модель;

7. Логическая структура модели – это ...

1) построение информационных моделей и их анализ для изучения объектов реального мира, 2) способ реализации цифровой модели на конкретной технической основе (т.е. совокупность чертежей, слоев, классов объектов и т.п.),

3) совокупность схем и логических записей, обусловленных концепцией и методологией моделирования, описывающих данную цифровую модель;

8. Разработка технического задания включает в себя ...

1) создание полного комплекса документов для промышленного (массового) использования, 2) моделирование отдельных принципиальных узлов будущего изделия, выбор математических моделей, анализ реальной возможности создания будущего изделия, 3) определение основных характеристик изделия, уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описание требований к дизайну, экономическим показателям, 4) проработка полностью всех компонентов дизайна, разрабатываются все составные и структурные части проекта, чертежи, схемы, полное описание функционирования, описание режимов работы, 5) анализ потребностей внешней среды в новом изделии, поиск возможного аналога, разработка исходных требований;

9. Эскизное проектирование включает в себя ...

1) создание полного комплекса документов для промышленного (массового) использования, 2) моделирование отдельных принципиальных узлов будущего изделия, выбор математических моделей, анализ реальной возможности создания будущего изделия, 3) определение основных характеристик изделия, уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описание требований к дизайну, экономическим показателям, 4) проработка полностью всех компонентов дизайна, разрабатываются все составные и структурные части проекта, чертежи, схемы, полное описание функционирования, описание режимов работы, 5) анализ потребностей внешней среды в новом изделии, поиск возможного аналога, разработка исходных требований;

10. Техническое проектирование включает в себя ...

1) создание полного комплекса документов для промышленного (массового) использования, 2) моделирование отдельных принципиальных узлов будущего изделия, выбор математических моделей, анализ реальной возможности создания будущего изделия, 3) определение основных характеристик изделия, уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описание требований к дизайну, экономическим показателям, 4) проработка полностью всех компонентов дизайна, разрабатываются все составные и структурные части проекта, чертежи, схемы, полное описание функционирования, описание режимов работы, 5) анализ потребностей внешней среды в новом изделии, поиск возможного аналога, разработка исходных требований;

11. Рабочее проектирование включает в себя ...

1) создание полного комплекса документов для промышленного (массового) использования, 2) моделирование отдельных принципиальных узлов будущего изделия, выбор математических моделей, анализ реальной возможности создания будущего изделия, 3) определение основных характеристик изделия, уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описание требований к дизайну, экономическим показателям, 4) проработка полностью всех компонентов дизайна, разрабатываются все составные и структурные части проекта, чертежи, схемы, полное описание функционирования, описание режимов работы, 5) анализ потребностей внешней среды в новом изделии, поиск возможного аналога, разработка исходных требований;

12. Предпроектное исследование включает в себя ...

1) создание полного комплекса документов для промышленного (массового) использования, 2) моделирование отдельных принципиальных узлов будущего изделия, выбор математических моделей, анализ реальной возможности создания будущего изделия, 3) определение основных характеристик изделия, уточнение структур, функций, режимов работы будущего изделия, описание требований к дизайну, экономическим показателям, 4) проработка полностью всех компонентов дизайна, разрабатываются все составные и структурные части проекта, чертежи, схемы, полное описание функционирования, описание

режимов работы, 5) анализ потребностей внешней среды в новом изделии, поиск возможного аналога, разработка исходных требований;

### 13. Процесс информационного моделирования:

1) выделение сущности — описание свойств — отнесение свойств к известным классам — описание отношений между свойствами — абстрактное описание системы свойств и отношений — функциональное описание свойств и отношений  $\rightarrow$  изменение одних (входных)наборов информационных единиц  $\rightarrow$ исследование изменения других (выходных) наборов информационных единиц → выбор наборов информационных единиц, 2) выделение сущности → описание свойств — отнесение свойств к известным классам — описание отношений между свойствами — абстрактное описание системы свойств и отношений — функциональное описание свойств и отношений — выбор наборов информационных единиц — изменение одних (входных)наборов информационных единиц — исследование изменения других (выходных) наборов информационных единиц, 3) выделение сущности → описание свойств → отнесение свойств к известным классам → описание отношений между свойствами  $\rightarrow$  функциональное описание свойств и отношений  $\rightarrow$  абстрактное описание системы свойств и отношений →выбор наборов информационных единиц → изменение одних (входных)наборов информационных единиц → исследование изменения других (выходных) наборов информационных единиц;

14. Автоматизированное производство (computer-aided manufacturing – CAM) – это ...

1) использование компьютерной базы данных для более эффективного управления всем предприятием, в частности бухгалтерией, планированием, доставкой и другими задачами, 2) технология, состоящая в использовании компьютерных систем для планирования, управления и контроля операций производства через прямой или косвенный интерфейс с производственными предприятия, 3) технология, состоящая ресурсами В использовании компьютерных систем для облегчения создания, изменения, анализа И оптимизации проектов, 4) технология, состоящая использовании В компьютерных систем для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта для усовершенствования и оптимизации его конструкции;

15. Автоматизированное конструирование (computer-aided engineering – CAE) – это ...

1) использование компьютерной базы данных для более эффективного управления всем предприятием, в частности бухгалтерией, планированием, доставкой и другими задачами, 2) технология, состоящая в использовании компьютерных систем для планирования, управления и контроля операций производства через прямой или косвенный интерфейс с производственными ресурсами предприятия, 3) технология, состояшая в использовании компьютерных систем для облегчения создания, изменения, анализа оптимизации проектов, 4) технология, состоящая использовании В

компьютерных систем для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта для усовершенствования и оптимизации его конструкции;

16. Компьютеризованное интегрированное производство (computer-integrated manufacturing – CIM) – это ...

1) использование компьютерной базы данных для более эффективного управления всем предприятием, в частности бухгалтерией, планированием, доставкой и другими задачами, 2) технология, состоящая в использовании компьютерных систем для планирования, управления и контроля операций производства через прямой или косвенный интерфейс с производственными ресурсами предприятия, 3) технология, состояшая в использовании компьютерных систем для облегчения создания, изменения, анализа и оптимизации проектов. 4) технология, состоящая в использовании компьютерных систем для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта для усовершенствования и оптимизации его конструкции;

17. Автоматизированное проектирование (computer-aided design – CAD) – это ... 1) использование компьютерной базы данных для более эффективного управления всем предприятием, в частности бухгалтерией, планированием, доставкой и другими задачами, 2) технология, состоящая в использовании компьютерных систем для планирования, управления и контроля операций производства через прямой или косвенный интерфейс с производственными ресурсами предприятия, 3) технология, состоящая В использовании компьютерных систем для облегчения создания, изменения. анализа оптимизации проектов, 4) технология, состоящая В использовании компьютерных систем для анализа геометрии CAD, моделирования и изучения поведения продукта для усовершенствования и оптимизации его конструкции;

18. Ядро САПР отвечает за:

1) взаимодействие компонентов системной среды, доступ к ресурсам ОС и сети, возможность работы в гетерогенной среде, настройку на конкретную САПР (конфигурирование) с помощью специальных языков расширения, 2) хранение проектных данных и доступ к ним, в том числе ведение распределенных архивов документов, ИХ поиск. редактирование, маршрутизацию И визуализацию, ведение версий проекта, управление внесением изменений, создание спецификаций, защиту информации, интеграцию данных (поддержку типовых форматов и конвертирование данных), 3) взаимодействие компонентов системной среды, в том числе ведение распределенных архивов документов, их поиск, редактирование, маршрутизацию и визуализацию, ведение версий проекта, управление внесением изменений, создание спецификаций, защиту данных (поддержку типовых информации, интеграцию форматов конвертирование данных), 4) хранение и интеграцию проектных данных (поддержку типовых форматов и конвертирование данных), их поиск, редактирование, маршрутизацию и визуализацию;

19. Системы управления проектными данными отвечают за:

1) взаимодействие компонентов системной среды, доступ к ресурсам ОС и сети, возможность работы в гетерогенной среде, настройку на конкретную САПР (конфигурирование) с помощью специальных языков расширения, 2) хранение проектных данных и доступ к ним, в том числе ведение распределенных архивов документов, ИХ поиск, редактирование, маршрутизацию И визуализацию, ведение версий проекта, управление внесением изменений, создание спецификаций, защиту информации, интеграцию данных (поддержку типовых форматов и конвертирование данных), 3) взаимодействие компонентов системной среды, в том числе ведение распределенных архивов документов, их поиск, редактирование, маршрутизацию и визуализацию, ведение версий проекта, управление внесением изменений, создание спецификаций, защиту (поддержку информации. интеграцию данных типовых форматов конвертирование данных), 4) хранение и интеграцию проектных данных (поддержку типовых форматов и конвертирование данных), их поиск, редактирование, маршрутизацию и визуализацию;

20. Признаки классификации САПР:

1) тип/разновидность и сложность объекта проектирования, уровень и комплексность автоматизации проектирования, характер количество И выпускаемых документов, количество уровней в структуре технического обеспечения. 2) объекта проектирования, сложность комплексность автоматизации проектирования, количество выпускаемых документов, количество уровней в структуре технического обеспечения, 3) разновидность объекта проектирования, сложность автоматизации проектирования, тип выпускаемых документов, количество уровней в структуре технического обеспечения, 4) тип объекта проектирования, уровень автоматизации проектирования, характер выпускаемых документов, количество уровней в структуре технического обеспечения;

21. Организационно-технологическое обеспечение САПР включает в себя ...

1) организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования, 2) теорию процессов, происходящих в проектируемых объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования, 3) состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования, 4) методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования;

22. Инструктивно-методическое обеспечение САПР включает в себя ...

1) организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования, 2) теорию процессов, происходящих в проектируемых

объектах, методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования, 3) состав проектной организации, связь между подразделениями, организационную структуру объекта и системы автоматизации, деятельность в условиях функционирования системы, форму представления результатов проектирования, 4) методы анализа, синтеза систем и их составных частей, различные методики проектирования;

23. Совокупность документов, регламентирующих взаимодействие проектной организации с комплексом средств автоматизированного проектирования – это ...

 Инструктивно-методическое обеспечение САПР, 2) Организационнотехнологическое обеспечение САПР, 3) Лингвистическое обеспечение САПР,
 Информационное обеспечение САПР;

24. Совокупность документов, характеризующих состав, функционирование и правила эксплуатации САПР – описание технологии функционирования САПР, методов выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов – это ...

1) Инструктивно-методическое обеспечение САПР, 2) Организационнотехнологическое обеспечение САПР, 3) Лингвистическое обеспечение САПР, 4) Информационное обеспечение САПР;

25. Информационное обеспечение САПР включает в себя ...

1) формализованное описание технологии автоматизированного проектирования, 2) описание стандартных проектных процедур, типовых проектных решений, составных частей и их моделей, правил и норм проектирования, 3) описание стандартных проектных процедур и типовых проектных решений, 4) описания графических образов, накопления библиотек типовых изображений, редактирования, преобразования, 5) математические методы и построенные на них математические модели;

26. Информационное обеспечение САПР – это ...

1) совокупность языков, используемых в САПР для представления информации 0 проектируемых объектах, процессе И средствах проектирования, исходных 2) совокупность любых сведений, справочных данных, И необходимых в данной предметной области для выполнения проектирования, 3) совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, 4) средства описания графических образов, накопления библиотек изображений, редактирования, преобразования, типовых называемые математическими средствами машинной графики, 5) совокупность математических моделей, методов решения, алгоритмов для решения задач CA $\Pi P$ ;

27. Прикладное программное обеспечение САПР – это ...

1) комплекс программ для управления компонентами технического обеспечения И обеспечения функционирования прикладных программ, 2) комплекс программ, управляющих прикладным обеспечением, 3) комплекс программ, реализующих математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур (пакеты прикладных обслуживания программ, предназначенные для определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов), 4) совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, реализующих задачи САПР;

28. Базовое программное обеспечение САПР – это ...

1) комплекс программ для управления компонентами технического обеспечения обеспечения функционирования И прикладных программ, 2) комплекс программ, управляющих прикладным обеспечением, 3) комплекс программ, реализующих математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур (пакеты прикладных обслуживания программ, предназначенные для определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов), 4) совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, реализующих задачи САПР;

29. Общесистемное программное обеспечение САПР – это ...

управления 1) комплекс программ ДЛЯ компонентами технического обеспечения обеспечения функционирования И прикладных программ, 2) комплекс программ, управляющих прикладным обеспечением, 3) комплекс программ, реализующих математическое обеспечение для непосредственного выполнения проектных процедур (пакеты прикладных обслуживания определенных программ, предназначенные для этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов), 4) совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, реализующих задачи САПР;

30. Программное обеспечение САПР – это ...

1) комплекс программ ДЛЯ управления компонентами технического обеспечения обеспечения функционирования И прикладных программ, 2) программ, управляющих прикладным обеспечением, комплекс 3) комплекс программ, реализующих математическое обеспечение ДЛЯ непосредственного выполнения проектных процедур (пакеты прикладных программ, предназначенные для обслуживания определенных этапов проектирования или решения групп однотипных задач внутри различных этапов), 4) совокупность программ на машинных носителях и соответствующей документации, реализующих задачи САПР;

31. Объектно-ориентированные подсистемы, реализующие определенный этап проектирования или группу связанных проектных задач, – это ...

 системная среда, 2) обучающая подсистема, 3) функциональная подсистема,
 система управления базами данных, 5) подсистема управления проектными данными;

32. Объектно-независимые подсистемы, реализующие функции, общие для обеспечивают САПР в функционирование подсистем ИЛИ целом: вывод проектирующих подсистем, оформление, передачу И ланных. сопровождение программного обеспечения и т. п. называют ...

 системной средой (или оболочкой) САПР, 2) обучающей подсистемой,
 системой управления базами данных, 4) подсистемой управления проектными данными;

33. Обслуживающие подсистемы САПР (выберите один или несколько ответов):

 инвариантные, 2) объектные, 3) подсистема управления базами данных,
 подсистемы управления проектными данными, 5) подсистемы графического ввода-вывода, 6) обучающие;

34. Функциональные подсистемы САПР (выберите один или несколько ответов):

 инвариантные, 2) объектные, 3) подсистема управления базами данных,
 подсистемы управления проектными данными, 5) подсистемы графического ввода-вывода, 6) обучающие;

35. Совокупность языков, используемых в САПР для представления информации о проектируемых объектах, процессе и средствах проектирования, а также для осуществления диалога «проектировщик – ЭВМ» и обмена данными между техническими средствами САПР, – это ...

развертывания, 1) сжатия 2) различные методы И типы языков проектирования моделирования, 3) программирования, правила И определения, формализации естественного 4) термины, языка. 5) лингвистическое обеспечение;

36. Управление проектами заключается в:

1) достижении определенного результата в определенные сроки и за определенные деньги, 2) создании, оптимизации плана проекта, отслеживании хода работ, 3) временном усилии, предпринятом для создания уникального продукта или услуги, 4) получении продукта или услуги и опыта для дальнейшего планирования следующих проектов, 5) создании, оптимизации плана проекта, отслеживании хода работ и закрытии проекта.

## 3.2. Вопросы к экзамену по дисциплине

1. Понятие САПР. Цели создания САПР. Задачи САПР.

2. Подсистемы САПР по назначению.

- 3. Виды обеспечения САПР.
- 4. Классификации САПР.
- 5. Структура САПР.
- 6. Направления развития САПР.
- 7. Виды проектирования.
- 8. Стадии проектирования.
- 9. Информационная модель. Классы информационных моделей.
- 10. Понятие системного анализа. Виды информационных моделей.
- 11. Логическая структура модели.
- 12. Физическая структура модели.
- 13. Модели по способу реализации.
- 14. Типы информации в моделях. Жизненный цикл модели.
- 15. Процесс информационного моделирования. Сбор и обработка информации.
- 16. Основные принципы работы в AutoCAD. Интерфейс и настройки программы.
- 17. Форматы файлов AutoCAD.
- 18. Рабочие пространства. Параметры чертежей AutoCAD.
- 19. Графические примитивы. Свойства примитивов. Операции над примитивами.
- 20. Ввод графики. Динамический ввод.
- 21. Редактирование. Макропрограммирование.
- 22. Графическая библиотека. Дисплейный файл.
- 23. Положение образов объектов на мониторе.
- 24. Основы инженерной графики. Единицы. Масштаб модели.
- 25. Объектные привязки. Слои. Блоки.
- 26. Основные функции AutoCAD Map 3D.
- 27. Панель задач. Таблица данных.
- 28. Создание карты. Редактирование объектов на карте. Легенда.
- 29. Подготовка чертежа. Географическая привязка.
- 30. Элементы чертежа. Шаблоны аннотаций. Стили.
- 31. Запросы. Анализ данных.
- 32. Отраслевые модели. Метаданные. Облака точек.
- 33. Создание масштабных диапазонов. Топологии.
- 34. Топографо-геодезические работы. Геоподоснова.
- 35. Импорт полевого журнала. Создание групп точек. Задание стилей и меток.
- 36. Типы поверхностей. Способы интерполяции точек. Типы масок.
- 37. Проектирование трасс. Трассы. Способы создания трасс.

38. Редактирование трасс с помощью ручек. Редактирование параметров

смещения. Уширения трасс. Точки пересечения трассы.

Преобразование изображений. Создание изображений с геопривязкой.
 Внедрение изображений.

40. Улучшение качества изображений. Тоновая настройка. Средства векторизации.

41. Обзор приложений САПР. САПР для применения в отраслях общего машиностроения.

- 42. САПР для радиоэлектроники. САПР в геологии.
- 43. САПР в области архитектуры и строительства.
- 44. Жизненный цикл объектов недвижимости.

45. ВІМ-технологии в современной промышленности.

46. Smart city в государственном управлении населенными пунктами.

47. Цифровой двойник для сохранения объектов историко-культурных ценностей.

48. Техническая инвентаризация объектов недвижимости.

### 3.3. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа обучающихся организована путем изучения студентами отдельных тем программы, в том числе используя электронные учебно-методические комплексы. Регулярность освоения материала достигается необходимостью выполнения лабораторных работ и подготовки к тестированию по основным темам. Отдельные вопросы учебной дисциплины студенты усваивают, изучая дополнительную литературу при написании курсовых и дипломных работ.

### Перечень рекомендуемых средств диагностики

Объектом диагностики компетенций студентов являются знания, умения, полученные ими в результате изучения учебной дисциплины. Выявление учебных достижений студентов осуществляется с помощью мероприятий текущего контроля и промежуточной аттестации.

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами рекомендуется использовать следующие диагностические инструменты:

– устная защита письменных отчетов по лабораторной работе;

- тесты.

### Методика формирования итоговой отметки

Для оценки выполнения лабораторных работ студенты готовят устно защищаемые преподавателю письменные отчеты. Электронные тесты проверяют степень усвоения теоретического материала.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМ-технологий» учебным планом предусмотрен экзамен.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад форм текущего контроля знаний в оценку текущей аттестации:

– электронные тесты (среднеарифметическая величина отметок за все тесты) – 40 %.

– письменные отчеты по лабораторным работам (среднеарифметическая величина отметок за письменные отчеты по всем лабораторным работам) – 60 %.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей успеваемости – 40 % и отметки на экзамене – 60 %.

# 4. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

# 4.1. Учебно-методическая карта

a,		К	Количество аудиторных часов					
Номер раздел темы	Название раздела, темы	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Семинарские занятия	Иное	Количество часов УСР	Форма контроля знаний
1	Системы автоматизированного проектирования	4						
1.1	Понятие САПР. Цели создания САПР. Задачи САПР.	2						
	Подсистемы САПР по назначению. Виды							
	обеспечения САПР. Классификации САПР.							
1.0	Структура САПР. Направления развития САПР.							
1.2	Виды проектирования. Стадии проектирования.	2						
	Информационная модель. Процесс	(ДОТ)						
•	информационного моделирования.			4.6				
2	Функции черчения в AutoCAD	4		16				
2.1	Основные принципы работы в AutoCAD. Форматы	4						
	файлов AutoCAD. Рабочие пространства.							
	Графические примитивы. Динамический ввод.							
	Редактирование. Объектные привязки.							
2.2	Начало работы в AutoCAD. Настройка чертежа.			2				Отчет, тест
	Смена рабочего пространства. Выбор единиц							
	чертежа. Задание масштаба видового экрана.							
2.3	Построение объектов. Задание режимов рисования.			2				Отчет
	Построение окружности. Применение образца							
	штриховки. Построение полилинии.							

2.4	Построение 2D-модели технического объекта. Построение аксонометрического изображения.		6	Отчет
	Построение 2D-модели с разрезами.			
2.5	Создание модели твердотельного объекта.		6	Отчет
	Построение изометрического изображения			
	твердотельного объекта с вырезом.			
3	Операции AutoCAD Map 3D	10	28	
3.1	Основные функции AutoCAD Мар 3D. Панель задач.	2		
	Таблица данных. Географическая привязка. Запросы.			
	Отраслевые модели. Топологии.			
3.2	Создание карты в AutoCAD Мар 3D. Создание темы		4	Отчет, тест
	для слоя земельных участков. Добавление легенды			
	на карту. Публикация карты.			
3.3	Работа с аннотациями в AutoCAD Мар 3D.		4	Отчет
	Добавление меток. Использование слоев текста.			
3.4	Создание альбома карт в AutoCAD Мар 3D.		4	Отчет
	Изменение видового экрана. Создание вкладки.			
	Публикация альбома карт в формате DWF.			
3.5	Анализ карт по близости расположения с		4	Отчет
	использованием буферов в AutoCAD Map 3D.			
	Выполнение анализа зоны затопления.			
3.6	Топографо-геодезические работы. Геоподоснова.	2		
	Импорт полевого журнала. Типы поверхностей.	(ДОТ)		
	Способы интерполяции точек. Типы масок.			
3.7	Создание ЦМР. Подгрузка групп точек к		6 (ДОТ)	Отчет, тест
	поверхности. Редактирование поверхности.			
	Сглаживание поверхности.			
3.8	Проектирование трасс. Трассы. Релактирование	2		
	параметров смещения. Уширения трасс.	(ДОТ)		

3.9	Проектирование автодороги. Создание трассы из		6 (ДОТ)	Отчет, тест
	полилинии. Построение продольного профиля.			
	Нанесение проектной линии на профиль.			
3.10	Преобразование изображений. Создание	2		
	изображений с геопривязкой. Тоновая настройка.	(ДОТ)		
	Средства векторизации.			
3.11	Обзор приложений САПР. САПР для применения в	2		
	отраслях общего машиностроения. САПР для	(ДОТ)		
	радиоэлектроники. САПР в области архитектуры и			
	строительства. САПР в геологии.			
4	Операции ArchiCad 25	2	16	
4.1	Понятие BIM-технологий. Цель цифрового двойника	2		
	здания. Управление этапами жизненный цикл			
	зданий. Принципы проектирования Smart city.			
	Направления развития ВІМ-технологий. Техническая			
	инвентаризация объектов недвижимости.			
4.2	Знакомство с основными элементами интерфейса		4	Отчет, тест
	ArchiCad 25. Освоение навыков создания рабочих			
	чертежей проекта с элементами 3D-визуализации.			
4.3	Изучение методов построения простых		6	Отчет
	пространственных объектов. Построение площади с			
	элементами: газон, водоем и брусчатка.			
4.4	Изучение методов проектирования объекта		6 (ДОТ)	Отчет
	недвижимости. Закрепление навыков использования			
	базовых инструментов.			
	ИТОГО	20	60	

### 4.2. Рекомендуемая литература

#### Основная

1. Компьютерная графика в САПР : учеб. пособие / А.В. Приемышев [и др.]. – Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2023. – 196 с.

2. Семенюк, А.С. Работа с геоданными в AutoCAD Map 3D : практикум / А.С. Семенюк [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/307544. – Дата доступа: 20.03.2025.

3. Чиж, Д.А. Система автоматизированного проектирования ArchiCad 25: практикум / Д.А. Чиж, С.С. Михайлов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>https://elib.bsu.by/handle/123456789/320088</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

#### Дополнительная

4. Компьютерная графика AutoCAD 2018 : учеб. пособие / Т.И. Кириллова, С.А. Поротникова, Н.В. Семенова ; под общ. ред. доц., канд. техн. наук Н.В. Семеновой. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. – 224 с.

5. Лурье, И.К. Геоинформационное картографирование. Методы геоинформатики и цифровой обработки космических снимков: учебник / И.К. Лурье. – Москва : КДУ, 2010. – 424 с.

6. Нестеренко, Е.С. Основы систем автоматизированного проектирования [Электронный ресурс]: электрон. конспект лекций / Е.С. Нестеренко; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С.П. Королева (нац. исслед. ун-т) – Электрон. текстовые и граф. дан. – Самара, 2013.

7. Основы САПР : электронный учебник / Сост.: И.П. Норенков, В.А. Трудоношин, М.Ю. Уваров, Е.В. Федорук [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>http://window.edu.ru/resource/218/79218</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

8. Самардак, А.С. Геоинформационные системы / А.С. Самардак. – Владивосток : Изд-во Дальневост. гос. ун-та, 2005. – 123 с.

9. САПР информационных технологий: электронная техническая информация и документация : учеб. пособие / Р.А. Таганов, А.И. Таганов ; Рязан. гос. радиотехн. акад. – Рязань, 2004. – 48 с.

10. САПР технологических процессов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – Москва : Издательский центр «Академия», 2010. – 272 с.

11. Шипулин, В.Д. Основные принципы геоинформационных систем: учебн. пособие / В.Д. Шипулин. – Харьков: ХНАГХ, 2010. – 337 с.

### 4.3. Электронные ресурсы

1. Web-сайт ГИС-Ассоциации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>http://www.ru/gisa</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

2. Руководство по Autodesk Civil / Web-сайт Autodesk [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <u>www.autodesk.com</u>. – Дата доступа: 20.03.2025.

3. Системы автоматизированного проектирования с основами ВІМтехнологий: учебная программа учреждения образования по учебной дисциплине для специальности: 1-56 02 02 Геоинформационные системы (по направлениям), направления специальности: 1-56 02 02-01 Геоинформационные системы (земельно-кадастровые), 1-56 02 02-02 Геоинформационные системы (специальные). № УД–13383/уч. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://elib.bsu.by/handle/123456789/324673. – Дата доступа: 20.03.2025.