

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 02.03.2026 23:17:20
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e1b94830a51c21b10c29ac176398754d7



**Образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.С. ГРИБОЕДОВА»
(ИМПЭ им. А.С. Грибоедова)**

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора международного
инженерного института

_____ А. А. Панарин
«17» декабря 2025г.

**Рабочая программа дисциплины
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Направление подготовки
24.03.02 Системы управления движением и навигация
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов»**

Форма обучения: очная, очно-заочная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Системы автоматизированного проектирования». Направление подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов» / Р. М. Байгулов – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 20с.

Рабочая программа дисциплины высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 февраля 2018 г. № 72 (с изменениями от 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021г.); Профессионального стандарта «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики:	<u>Р. М. Байгулов, к. т. н.</u>
Ответственный рецензент:	<u>О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»</u>
Ответственный рецензент:	<u>А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого</u>

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры систем управления движением и навигации 17.12.2025г., протокол №6

Заведующий кафедрой _____/Е.А. Зибиров
(подпись)

Согласовано от библиотеки _____/ О. Е. Степкина
(подпись)

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Системы автоматизированного проектирования» является: обучение студентов использования компьютерных технологий на этапах проектирования новых образцов элементов, приборов, систем и комплексов; привитие навыков практического создания электронных версий конструкторской документации и моделей приборов и систем, их функциональных устройств и элементов.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: формирование умений по использованию инженерных пакетов прикладных программ при проектировании; изучение методов, принципов и правил создания электронной конструкторской документации и моделей приборов, их функциональных устройств и элементов и систем; приобретение знаний и навыков по методам и способам проведения моделирования и определения параметров изделий на основе их модели; ознакомление с методами обмена данными между прикладными программами

Раздел 2. Планирование результатов обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Индикаторы достижения компетенции (для планирования результатов обучения по элементам образовательной программы и соответствующих оценочных средств)
ПК-1	Способен принимать участие в разработке конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и требованиями стандартов	ПК-1.1 Знает программные продукты для создания конструкторской документации; методы отработки конструкции на технологичность ПК-1.2 Умеет разрабатывать конструкторскую документацию с применением программных продуктов; выбирать рациональные формы деталей, материалы, систему посадок и схемы базирования ПК-1.3 Владеет навыками разработки конструкторской документации в соответствии с требованиями; отработки конструкции изделия на технологичность
ПК-4	Способен участвовать в работах по расчету и конструированию деталей и узлов блоков и приборов систем ориентации, стабилизации и навигации	ПК-4.1 Знает принцип работы блоков и приборов систем управления движением; средства создания трехмерных моделей ПК-4.2 Умеет выполнять расчет параметров блоков и приборов систем управления движением; создавать трехмерные модели деталей и сборочных единиц ПК-4.3 Владеет методиками расчета параметров конструкций; программными продуктами для разработки трехмерных моделей

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования» изучается в 6 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 24.03.02 Системы управления движением и навигация, профиль: «Цифровые системы управления и навигация беспилотных аппаратов».

**Раздел 4. Объем (трудоемкость) дисциплины
(общая, по видам учебной работы, видам промежуточной аттестации)**

Трудоемкость дисциплины и виды учебной нагрузки

на очной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
6 семестр							
3	108	16	16		72		4 Зачет

на очно-заочной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
6 семестр							
3	108	8	8		88		4 Зачет

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
6 семестр						
Тема 1. Создание и изменение графических объектов	2	2	9			13
Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт	2	2	9			13
Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.	2	2	9			13
Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов	2	2	9			13
Тема 5. Создание электрической схемы	2	2	9			13
Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт	2	2	9			13
Тема 7. Создание печатной платы	2	2	9			13
Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей. Создание твердотельной модели сборки	2	2	9			13
зачет					4	4
итого за 6 семестр	16	16	72		4	108

Очно-заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
6 семестр						
Тема 1. Создание и изменение графических объектов	2		11			13
Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт		2	11			13
Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.	2		11			13
Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов		2	11			13
Тема 5. Создание электрической схемы	2		11			13
Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт		2	11			13
Тема 7. Создание печатной платы	2		11			13
Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей. Создание твердотельной модели сборки		2	11			13
зачет					4	4
итого за 6 семестр	8	8	88		4	108

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Создание и изменение графических объектов	Введение в интерфейс CAD-систем (на примере Компас-3D или других). Основные инструменты создания графических объектов. Редактирование объектов: перемещение, копирование, поворот, масштабирование, удаление. Использование привязок и сетки для точного черчения. Слои и их настройка для структурирования чертежей. Примеры построения простых геометрических фигур и схем в системе автоматизированного проектирования.
Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт	Типы размеров: линейные, радиальные, угловые, диаметральные. Настройка стиля размеров и текста. Автоматическое и ручное проставление размеров. Подготовка чертежа к печати: выбор формата, настройка масштаба, параметров вывода. Печать через модельный и листовой вид. Экспорт и импорт чертежей в различные форматы (DWG, DXF, PDF, SVG).
Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.	Построение рабочего чертежа типовой детали. Выполнение ортогональных проекций, разрезов, местных видов. Обозначение шероховатости, допусков, посадок. Создание спецификации к сборочному чертежу. Построение сборочных

	чертежей с использованием связей между деталями. Анализ взаимодействия компонентов в сборке.
Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов	Условные графические обозначения (УГО) в электронике и электротехнике. Разработка собственных символов и библиотек компонентов. Создание посадочных мест для электронных компонентов. Интеграция библиотек в проекты. Использование готовых библиотек (например, в средах Altium)
Тема 5. Создание электрической схемы	Виды электрических схем: структурные, функциональные, принципиальные. Построение принципиальной электрической схемы. Подключение компонентов, трассировка соединений. Использование инструментов автоматической трассировки. Проверка корректности схемы, анализ связей. Примеры: схемы питания, управления, сигнализации, датчиков и т.д.
Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт	Формирование отчетов и таблиц спецификаций. Настройка параметров вывода электросхем на печать. Экспорт документов в форматы PDF, DWG, DXF, PNG. Передача данных в другие САПР для последующей разработки печатных плат. Архивирование проектов и документации.
Тема 7. Создание печатной платы	Переход от электрической схемы к печатной плате. Размещение компонентов на плате с учетом конструктивных ограничений. Трассировка проводников: ручная и автоматическая. Настройка слоев, земляных плоскостей, переходных отверстий. Проверка целостности трассировки, DRC (Design Rule Check). Генерация файлов Gerber, BOM (Bill of Materials), сверловки. Подготовка к производству.
Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей. Создание твердотельной модели сборки	Основы параметрического моделирования. Построение 3D-моделей деталей методами выдавливания, вращения, вычитания. Назначение материалов, массово-инерционные характеристики. Моделирование корпусов, кронштейнов, опор, крышек и других элементов систем управления. Создание сборки из нескольких деталей с применением ограничений и связей. Кинематический анализ и проверка интерференции деталей. Примеры: моделирование блока датчиков, модуля управления, корпуса БПЛА.

Занятия семинарского типа (Практические занятия)

Общие рекомендации по подготовке к семинарским занятиям. При подготовке к работе во время проведения занятий семинарского типа следует обратить внимание на следующие моменты: на процесс предварительной подготовки, на работу во время занятия, обработку полученных результатов, исправление полученных замечаний. Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Работа во время проведения занятия семинарского типа включает несколько моментов: а) консультирование обучающихся преподавателями с целью предоставления исчерпывающей информации, необходимой для самостоятельного выполнения предложенных преподавателем задач, б) самостоятельное выполнение заданий согласно обозначенной учебной программой тематики.

Тема 1. Создание и изменение графических объектов

1. Знакомство с интерфейсом САД-системы (Компас-3D).
2. Построение простых геометрических фигур: линии, окружности, многоугольники.
3. Редактирование объектов: копирование, перемещение, поворот, масштабирование.
4. Использование сетки и привязок для точного черчения.
5. Работа со слоями: создание, настройка, управление видимостью.

Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт

1. Простановка линейных, радиальных и угловых размеров.
2. Настройка стиля размеров и текстовых параметров.
3. Подготовка документа к печати: выбор формата, масштабирования, области печати.
4. Экспорт чертежа в PDF, DWG, DXF.
5. Импорт готового чертежа из другого формата и коррекция ошибок.

Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.

1. Построение чертежа типовой детали (например, корпуса, кронштейна) с простановкой всех необходимых видов и разрезов.
2. Создание спецификации к сборочному чертежу.
3. Сборка изделия из нескольких деталей с соблюдением взаимосвязей.
4. Практическая работа: создание сборочного чертежа узла системы управления БПЛА.

Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов

1. Изучение ГОСТов на условные обозначения элементов электрических схем.
2. Разработка стандартных символов и компонентов.
3. Создание пользовательской библиотеки электронных компонентов (датчики, микросхемы, разъемы и т.д.).
4. Практическая работа: создание библиотечного элемента для платы управления БПЛА.

Тема 5. Создание электрической схемы

1. Проектирование функциональной и принципиальной электрической схемы.
2. Соединение компонентов, трассировка цепей.
3. Проверка корректности соединений и логики работы.
4. Практическая работа: разработка электрической схемы системы управления автопилотом БПЛА.

Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт

1. Формирование документации по ГОСТ ЕСКД и ЕСТД.
2. Экспорт схем в различные форматы (PDF, DWG, PNG).
3. Импорт схем в другие САД/EDA-системы.
4. Практическая работа: подготовка пакета технической документации по проекту.

Тема 7. Создание печатной платы

1. Переход от электрической схемы к топологии печатной платы.
2. Трассировка проводников, размещение компонентов.
3. Проверка целостности соединений, DRC-анализ.
4. Практическая работа: разработка двухсторонней платы управления двигателем БПЛА.

Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей.

Создание твердотельной модели сборки

1. Моделирование объемных деталей: выдавливание, вращение, вычитание.
2. Построение корпусов, креплений, рам, крышек.
3. Создание сборки из нескольких деталей с установкой связей и ограничений.
4. Практическая работа: моделирование конструктивной части БПЛА (например, шасси или несущего модуля).

Раздел 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Наряду с чтением лекций и проведением семинарских занятий неотъемлемым элементом учебного процесса является *самостоятельная работа*. При самостоятельной работе достигается конкретное усвоение учебного материала, развиваются теоретические способности, столь важные для успешной подготовки и защиты выпускной работы бакалавра. Формы самостоятельной работы, обучаемых могут быть разнообразными. Самостоятельная работа включает: изучение литературы, веб-ресурсов, оценку, обсуждение и рецензирование публикуемых статей; ответы на контрольные вопросы; решение задач; самотестирование. Выполнение всех видов самостоятельной работы увязывается с изучением конкретных тем.

Самостоятельная работа

Наименование разделов/тем	Виды занятий для самостоятельной работы
Тема 1. Создание и изменение графических объектов	- усвоение изучаемого материала по рекомендуемой учебной, учебно- методической и научной литературе и/или по конспекту лекции; - выполнение устных упражнений; - выполнение письменных упражнений и практических работ; - выполнение творческих работ; - участие в проведении научных экспериментов, исследований
Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт	
Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.	
Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов	
Тема 5. Создание электрической схемы	
Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт	
Тема 7. Создание печатной платы	
Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей. Создание твердотельной модели сборки	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Роль систем автоматизированного проектирования в развитии цифровой инженерии.
2. Преимущества и недостатки различных CAD-систем в контексте проектирования БПЛА.
3. Значение параметрического моделирования в создании деталей для авиационной электроники.
4. Как CAD/CAM/CAE-технологии влияют на сокращение времени разработки технических систем.
5. Проектирование корпуса для модуля GPS-навигации с использованием САПР.
6. Моделирование крепления инерциального измерительного блока (IMU) в составе БПЛА.
7. Создание печатной платы для системы стабилизации полета БПЛА.

¹ Перечень тем не является исчерпывающим. Обучающийся может выбрать иную тему по согласованию с преподавателем.

8. Использование САПР для оптимизации массово-габаритных характеристик летательного аппарата.
9. Разработка 3D-модели шасси беспилотника с учетом требований прочности и веса.
10. Автоматизация проектирования электрических схем управления БПЛА.
11. Создание библиотек типовых электронных компонентов в САПР.
12. Особенности трассировки высокочастотных цепей на печатных платах.
13. Влияние качества проектирования печатной платы на надежность систем управления.
14. Интеграция электрических и механических подсистем в едином цифровом пространстве.
15. Использование ВМ-технологий в проектировании систем управления беспилотными аппаратами.
16. Роль цифровых двойников в процессе автоматизированного проектирования.
17. Применение ИИ и машинного обучения в САПР для оптимизации конструкций.
18. Как аддитивные технологии изменяют подход к проектированию узлов БПЛА.
19. Перспективы внедрения облачных САПР в образовательный и промышленный процесс.
20. Сравнение возможностей открытых и коммерческих САПР в области электроники.
21. Оценка эффективности использования российских САПР в учебном процессе.
22. Анализ влияния интерфейса и удобства работы САПР на производительность инженера.
23. Какие навыки должен освоить студент для успешного применения САПР в реальной инженерной практике?

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Создание и изменение графических объектов	Постройте в выбранной CAD-системе (например, Компас-График) геометрические фигуры: окружность радиусом 50 мм, квадрат со стороной 100 мм, треугольник с заданными координатами вершин. Примените инструменты редактирования: скопируйте фигуры на новый слой, поверните их на 45°, отразите зеркально. Используйте сетку и привязки для точного построения. Сохраните файл и импортируйте его в другой формат (PDF или DXF). Выполните построение простого чертежа (например, шаблона кронштейна), используя только линии и окружности.
Тема 2. Нанесение размеров, вывод чертежа на печать и импорт	Откройте готовый чертёж детали и проставьте все необходимые размеры (линейные, диаметральные, угловые). Настройте стиль размеров по ГОСТу (тип стрелок, высота текста, единицы измерения). Подготовьте чертёж к печати: выберите формат А4/А3, установите масштаб 1:1, 1:2 или 2:1. Экспортируйте чертёж в PDF и DWG. Импортируйте чертёж из формата PDF обратно в систему и проверьте читаемость.
Тема 3. Создание чертежа детали. Создание сборочного чертежа.	Постройте рабочий чертёж детали «Фланец» с разрезом и местным видом. Проставьте шероховатости поверхностей, допуски формы и расположения. Создайте спецификацию для сборочной единицы (например, модуль питания БПЛА). Соберите узел из 3–5 деталей, зафиксируйте связи между элементами. Проверьте взаимодействие деталей при перемещении одного компонента.

Тема 4. Создание условных изображений, посадочных мест и библиотеки электрических компонентов	Разработайте УГО для следующих компонентов: резистора, конденсатора, транзистора, микроконтроллера. Создайте посадочные места для SMD-компонентов. Объедините символ и посадочное место в один компонент. Добавьте созданные компоненты в пользовательскую библиотеку. Вставьте несколько компонентов из созданной библиотеки в проект.
Тема 5. Создание электрической схемы	Постройте структурную схему системы управления БПЛА (бортовой компьютер, датчики, исполнительные устройства). Создайте принципиальную схему блока питания с преобразователем напряжения. Протрассируйте соединения между компонентами вручную. Проверьте целостность цепей и соответствие обозначений. Проведите DRC (проверку правил) и исправьте ошибки.
Тема 6. Вывод электротехнической документации на печать и импорт	Сформируйте таблицу перечня элементов для электрической схемы. Подготовьте схему к печати на формате A4 с масштабированием. Экспортируйте документацию в формат PDF. Импортируйте PDF-документ в CAD-систему и проверьте возможность дальнейшей работы. Архивируйте проект и подготовьте к отправке заказчику или преподавателю.
Тема 7. Создание печатной платы	Перенесите электрическую схему блока управления в РСВ-редактор. Расположите компоненты на плате, соблюдая удобство обслуживания и тепловые режимы. Выполните ручную трассировку сигнальных и питательных цепей. Создайте полигоны земли и питания, настройте переходные отверстия. Проведите DRC и выгрузите Gerber-файлы для производства.
Тема 8. Создание твердотельных моделей деталей. Создание твердотельной модели сборки	Постройте 3D-модель корпуса датчика с использованием операций выдавливания и вращения. Создайте модель кронштейна крепления камеры БПЛА. Назначьте материал (алюминий, пластик) и рассчитайте массу и моменты инерции. Соберите узел из 3–5 деталей (например, корпус + плата + разъемы). Проверьте интерференцию деталей и выполните анимацию движения узла.

Раздел 6. Оценочные и методические материалы по образовательной программе (фонд оценочных средств) для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

6.1. Форма промежуточной аттестации обучающегося по учебной дисциплине

В процессе освоения учебной дисциплины для оценивания сформированности требуемых компетенций используются оценочные материалы (фонды оценочных средств), представленные в таблице

Планируемые результаты, характеризующие этапы формирования компетенции	Содержание учебного материала	Примеры контрольных вопросов и заданий для оценки знаний, умений, владений
--	-------------------------------	--

ПК-1 Способен принимать участие в разработке конструкторской документации в соответствии с ЕСКД и требованиями стандартов		
ПК-1.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-1.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-1.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-4 Способен участвовать в работах по расчету и конструированию деталей и узлов блоков и приборов систем ориентации, стабилизации и навигации		
ПК-4.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-4.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ПК-4.3	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

6.2. Типовые вопросы и задания

Перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (к зачету)

1. Интерфейс САД-систем и его основные элементы.
2. Основные инструменты построения графических объектов.
3. Редактирование объектов: перемещение, копирование, поворот, масштабирование.
4. Использование сетки и привязок для точного черчения.
5. Работа со слоями в системах автоматизированного проектирования.
6. Типы размеров и их назначение.
7. Настройка стиля размеров и текстовых параметров.
8. Подготовка чертежа к печати: формат, масштаб, область печати.
9. Экспорт чертежей в различные форматы (PDF, DWG, DXF).
10. Импорт чертежей из внешних источников и коррекция ошибок.
11. Построение рабочего чертежа детали с разрезами и местными видами.
12. Простановка допусков формы и расположения поверхностей.
13. Обозначение шероховатости и других требований к обработке.
14. Создание спецификации к сборочной единице.
15. Построение сборочного чертежа с использованием связей между деталями.
16. Условные графические обозначения (УГО) электронных компонентов.
17. Разработка символов и посадочных мест для электрических схем.
18. Создание пользовательских библиотек компонентов.
19. Интеграция библиотек в проекты электрических схем.
20. Автоматизация создания электрических компонентов.
21. Виды электрических схем: структурная, функциональная, принципиальная.
22. Построение принципиальной электрической схемы.
23. Соединение компонентов и трассировка цепей.
24. Использование автоматической трассировки в схемотехническом проектировании.
25. Проверка правильности подключения элементов на схеме.
26. Формирование таблиц спецификаций и перечней элементов.
27. Подготовка электросхем к печати: масштабирование, расположение на листе.
28. Экспорт документов в форматы PDF, PNG, DWG.
29. Передача данных в другие САПР для дальнейшей разработки.
30. Архивирование проектов и подготовка к передаче заказчику.

31. Переход от электрической схемы к РСВ-проекту.
32. Размещение компонентов на печатной плате с учетом конструктивных ограничений.
33. Трассировка проводников: ручная и автоматическая.
34. Настройка слоев, полигонов питания и переходных отверстий.
35. Проверка правил трассировки (DRC), исправление ошибок.
36. Генерация файлов Gerber, BOM, сверловки.
37. Подготовка проекта печатной платы к производству.
38. Основы параметрического моделирования в САД-системах.
39. Построение 3D-моделей методами выдавливания, вращения, вычитания.
40. Назначение материалов и расчёт массово-инерционных характеристик.
41. Моделирование корпусов, кронштейнов, опор и других элементов систем управления.
42. Создание сборки из нескольких деталей с применением ограничений.
43. Кинематический анализ и проверка интерференции деталей.
44. Подготовка 3D-модели к 3D-печати или механической обработке.

6.3. Примерные тестовые задания

Полный банк тестовых заданий для проведения компьютерного тестирования находятся в электронной информационной образовательной среде и включает более 60 заданий, из которых в случайном порядке формируется тест, состоящий из 20 заданий.

Компетенции	Типовые вопросы и задания
ПК-1	1. Укажите, какая функция позволяет точно позиционировать объекты в САД-системе. a) Слои b) Привязки c) Цвет линий d) Печать 2. Какой тип размера используется для обозначения диаметра окружности? a) Линейный b) Радиальный c) Диаметральный d) Угловой 3. Что такое спецификация в составе сборочного чертежа? a) Перечень используемых материалов b) Список всех деталей и компонентов c) Инструкция по эксплуатации d) График производства 4. Для чего создаются условные графические обозначения (УГО)? a) Для оформления отчетов b) Для представления электронных компонентов на схемах c) Для создания 3D-моделей d) Для расчета массы изделия 5. Как называется процесс соединения выводов компонентов на печатной плате? a) Монтаж b) Трассировка c) Экспорт d) Дублирование 6. Какой файл необходим для изготовления печатной платы на производстве? a) DWG b) PDF

	c) Gerber d) DOCX 7. Что такое DRC в контексте проектирования печатных плат? a) Расчёт массы платы b) Проверка правил трассировки c) Создание библиотеки компонентов d) Вывод на печать
ПК-4	1. Какой инструмент используется для создания объёмных моделей деталей? a) Параметрический редактор b) Растровый редактор c) Векторный редактор d) Текстовый процессор 2. Какой параметр определяется при расчёте массово-инерционных характеристик модели? a) Объем b) Цвет c) Формат файла d) Стилль текста 3. Что означает термин "интерференция" в 3D-проектировании? a) Несоответствие масштаба b) Пересечение деталей в сборке c) Ошибка импорта d) Невидимость слоя 4. Какой стандарт регламентирует оформление конструкторской документации в России? a) ISO b) DIN c) ГОСТ d) ANSI 5. Какой формат чаще всего используется для передачи данных между различными CAD-системами? a) JPG b) DXF c) XLSX d) MP3 6. Какой вид схемы показывает общее устройство и взаимосвязь основных функциональных блоков? a) Принципиальная b) Структурная c) Монтажная d) Электромонтажная 7. Что означает аббревиатура BOM при работе с электронными схемами? a) Bill of Materials b) Basic Output Module c) Board Operating Mode d) Binary Object Map 8. Какой этап работы предшествует печати чертежа? a) Архивирование b) Настройка области печати и масштаба c) Изменение цвета фона d) Удаление слоёв

6.4. Оценочные шкалы

6.4.1. Оценивание текущего контроля

Целью проведения текущего контроля является достижение уровня результатов обучения в соответствии с индикаторами компетенций.

Текущий контроль может представлять собой письменные индивидуальные задания состоящие из 3-5 вопросов или в форме тестовых заданий по изученным темам до проведения промежуточной аттестации. Рекомендованный планируемый период проведения текущего контроля за 3 недели до промежуточной аттестации.

Шкала оценивания при тестировании

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-70%

Шкала оценивания при письменной работе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Не зачтено	обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу

6.4.2. Оценивание самостоятельной письменной работы (контрольной работы, эссе)

При оценке учитывается:

1. Правильность оформления
2. Уровень сформированности компетенций.
3. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
4. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
5. Логика, структура и грамотность изложения письменной работы.
6. Полнота изложения материала (раскрытие всех вопросов)
7. Использование необходимых источников.
8. Умение связать теорию с практикой.
9. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания контрольной работы и эссе

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.

Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу
------------	---

6.4.3. Оценивание ответов на вопросы и выполнения заданий промежуточной аттестации

При оценке знаний учитывается уровень сформированности компетенций:

1. Уровень усвоения теоретических положений дисциплины, правильность формулировки основных понятий и закономерностей.
2. Уровень знания фактического материала в объеме программы.
3. Логика, структура и грамотность изложения вопроса.
4. Умение связать теорию с практикой.
5. Умение делать обобщения, выводы.

Шкала оценивания на экзамене, зачете с оценкой

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Обучающийся должен: - продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; - правильно формулировать определения; - продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; - уметь сделать выводы по излагаемому материалу.
Хорошо	Обучающийся должен: - продемонстрировать достаточно полное знание программного материала; - продемонстрировать знание основных теоретических понятий; - достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал; - продемонстрировать умение ориентироваться в литературе; - уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Удовлетворительно	Обучающийся должен: - продемонстрировать общее знание изучаемого материала; - показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины; - уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.
Неудовлетворительно	Обучающийся демонстрирует: - незнание значительной части программного материала; - не владение понятийным аппаратом дисциплины; - существенные ошибки при изложении учебного материала; - неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; - неумение делать выводы по излагаемому материалу.

Шкала оценивания на зачете

Оценка	Критерии выставления оценки
Зачтено	Обучающийся должен: уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; продемонстрировать прочное, достаточно полное усвоение знаний программного материала; продемонстрировать знание основных теоретических понятий; правильно формулировать определения; последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал; продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой; уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.
Не зачтено	Обучающийся демонстрирует: незнание значительной части программного материала; не владение понятийным аппаратом дисциплины; существенные ошибки при изложении учебного материала; неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса; неумение делать выводы по излагаемому материалу.

6.4.4. Тестирование

Шкала оценивания

Оценка	Критерии выставления оценки
Отлично	Количество верных ответов в интервале: 71-100%
Хорошо	Количество верных ответов в интервале: 56-70%
Удовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 41-55%
Неудовлетворительно	Количество верных ответов в интервале: 0-40%
Зачтено	Количество верных ответов в интервале: 41-100%
Не зачтено	Количество верных ответов в интервале: 0-40%

6.5. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания сформированных компетенций в соответствии с ООП

Качество знаний характеризуется способностью обучающегося точно, структурированно и уместно воспроизводить информацию, полученную в процессе освоения дисциплины, в том виде, в котором она была изложена в учебном издании или преподавателем.

Умения, как правило, формируются на занятиях семинарского типа. Задания, направленные на оценку умений, в значительной степени требуют от обучающегося проявления стереотипности мышления, т.е. способности выполнить работу по образцам, с которыми он работал в процессе обучения. Преподаватель же оценивает своевременность и правильность выполнения задания.

Навыки можно трактовать как автоматизированные умения, развитые и закрепленные осознанным самостоятельным трудом. Навыки формируются при самостоятельном выполнении обучающимися практико-ориентированных заданий, моделирующих решение им производственных и социокультурных задач в соответствующей области профессиональной деятельности, как правило, при выполнении домашних заданий, курсовых проектов (работ), научно-исследовательских работ, прохождении практик, при работе индивидуально или в составе группы и т.д.

Устный опрос – это процедура, организованная как специальная беседа преподавателя с группой обучающихся (фронтальный опрос) или с отдельными обучающимися (индивидуальный опрос) с целью оценки сформированности у них основных понятий и усвоения учебного материала. Устный опрос может использоваться как вид контроля и метод оценивания формируемых компетенций (как и качества их формирования) в рамках самых разных форм контроля, таких как: собеседование, коллоквиум, зачет, экзамен по дисциплине. Устный опрос

(УО) позволяет оценить знания и кругозор обучающегося, умение логически построить ответ, владение монологической речью и иные коммуникативные навыки. УО обладает большими возможностями воспитательного воздействия преподавателя. Воспитательная функция УО имеет ряд важных аспектов: профессионально-этический и нравственный аспекты, дидактический (систематизация материала при ответе, лучшее запоминание материала при интеллектуальной концентрации), эмоциональный (радость от успешного прохождения собеседования) и др. Обучающая функция УО состоит в выявлении деталей, которые по каким-то причинам оказались недостаточно осмысленными в ходе учебных занятий и при подготовке к зачёту или экзамену. УО обладает также мотивирующей функцией: правильно организованное собеседование, коллоквиум, зачёт и экзамен могут стимулировать учебную деятельность студента, его участие в научной работе.

Тесты являются простейшей формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин. Тест может предоставлять возможность выбора из перечня ответов (один или несколько правильных ответов).

Семинарские занятия. Основное назначение семинарских занятий по дисциплине – обеспечить глубокое усвоение обучающимися материалов лекций, прививать навыки самостоятельной работы с литературой, воспитывать умение находить оптимальные решения в условиях изменяющихся отношений, формировать современное профессиональное мышление обучающихся. На семинарских занятиях преподаватель проверяет выполнение самостоятельных заданий и качество усвоения знаний, умений, определяет уровень сформированности компетенций.

Коллоквиум может служить формой не только проверки, но и повышения производительности труда студентов. На коллоквиумах обсуждаются отдельные части, разделы, темы, вопросы изучаемого курса, обычно не включаемые в тематику семинарских и других практических учебных занятий, а также рефераты, проекты и иные работы обучающихся.

Доклад, сообщение – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы.

Контрольная работа – средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу.

Профессионально-ориентированное эссе – это средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно излагать суть поставленной проблемы, самостоятельно проводить анализ этой проблемы с использованием аналитического инструментария соответствующей дисциплины, делать выводы, обобщающие авторскую позицию по поставленной профессионально-ориентированной проблеме.

Реферат – продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.

Ситуационный анализ (кейс) – это комплексный анализ ситуации, имевший место в реальной практике профессиональной деятельности специалистов. Комплексный анализ включает в себя следующие составляющие: причинно-следственный анализ (установление причин, которые привели к возникновению данной ситуации, и следствий ее развертывания), системный анализ (определение сущностных предметно-содержательных характеристик, структуры ситуации, ее функций и др.), ценностно-мотивационный анализ (построение системы оценок ситуации, ее составляющих, выявление мотивов, установок, позиций действующих лиц); прогностический анализ (разработка перспектив развития событий по позитивному и негативному сценарию), рекомендательный анализ (выработка рекомендаций относительно поведения действующих лиц ситуации), программно-целевой анализ (разработка программ деятельности для разрешения данной ситуации).

Творческое задание – это частично регламентированное задание, имеющее нестандартное решение и позволяющее диагностировать умения интегрировать знания различных научных

областей, аргументировать собственную точку зрения, доказывать правильность своей позиции. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Деловая и/или ролевая игра – совместная деятельность группы обучающихся и преподавателя под управлением преподавателя с целью решения учебных и профессионально-ориентированных задач путем игрового моделирования реальной проблемной ситуации. Позволяет оценивать умение анализировать и решать типичные профессиональные задачи.

«Круглый стол», дискуссия – интерактивные оценочные средства, позволяющие включить обучающихся в процесс обсуждения спорного вопроса, проблемы и оценить их умение аргументировать собственную точку зрения. Занятие может проводить по традиционной (контактной) технологии, либо с использованием телекоммуникационных технологий.

Проект – конечный профессионально-ориентированный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся.

Раздел 7. Методические указания для обучающихся по основанию дисциплины

Освоение обучающимся учебной дисциплины предполагает изучение материалов дисциплины на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проходят в форме лекций, семинаров и практических занятий. Самостоятельная работа включает разнообразный комплекс видов и форм работы обучающихся.

Для успешного освоения учебной дисциплины и достижения поставленных целей необходимо внимательно ознакомиться с настоящей рабочей программы учебной дисциплины. Следует обратить внимание на список основной и дополнительной литературы, которая имеется в электронной библиотечной системе Университета. Эта информация необходима для самостоятельной работы обучающегося.

При подготовке к аудиторным занятиям необходимо помнить особенности каждой формы его проведения.

Подготовка к учебному занятию лекционного типа. С целью обеспечения успешного обучения обучающийся должен готовиться к лекции, поскольку она является важнейшей формой организации учебного процесса, поскольку: знакомит с новым учебным материалом; разъясняет учебные элементы, трудные для понимания; систематизирует учебный материал; ориентирует в учебном процессе.

С этой целью: внимательно прочитайте материал предыдущей лекции; ознакомьтесь с учебным материалом по учебнику и учебным пособиям с темой прочитанной лекции; внесите дополнения к полученным ранее знаниям по теме лекции на полях лекционной тетради; запишите возможные вопросы, которые вы зададите лектору на лекции по материалу изученной лекции; постарайтесь уяснить место изучаемой темы в своей подготовке; узнайте тему предстоящей лекции (по тематическому плану, по информации лектора) и запишите информацию, которой вы владеете по данному вопросу

Предварительная подготовка к учебному занятию семинарского типа заключается в изучении теоретического материала в отведенное для самостоятельной работы время, ознакомление с инструктивными материалами с целью осознания задач занятия.

Самостоятельная работа. Для более углубленного изучения темы задания для самостоятельной работы рекомендуется выполнять параллельно с изучением данной темы. При выполнении заданий по возможности используйте наглядное представление материала.

Подготовка к зачету, экзамену. К зачету, экзамену необходимо готовится целенаправленно, регулярно, систематически и с первых дней обучения по данной дисциплине. Попытки освоить учебную дисциплину в период зачетно-экзаменационной сессии, как правило, приносят не слишком удовлетворительные результаты. При подготовке к зачету обратите внимание на защиту практических заданий на основе теоретического материала. При подготовке

к экзамену по теоретической части выделите в вопросе главное, существенное (понятия, признаки, классификации и пр.), приведите примеры, иллюстрирующие теоретические положения.

7.1. Методические рекомендации по написанию эссе

Эссе (от французского *essai* – опыт, набросок) – жанр научно-публицистической литературы, сочетающей подчеркнуто-индивидуальную позицию автора по конкретной проблеме.

Главными особенностями, которые характеризуют эссе, являются следующие положения:

- собственная позиция обязательно должна быть аргументирована и подкреплена ссылками на источники, авторитетные точки зрения и базироваться на фундаментальной науке. Небольшой объем (4–6 страниц), с оформленным списком литературы и сносками на ее использование;
- стиль изложения – научно-исследовательский, требующий четкой, последовательной и логичной системы доказательств; может отличаться образностью, оригинальностью, афористичностью, свободным лексическим составом языка;
- исследование ограничивается четкой, лаконичной проблемой с выявлением противоречий и разрешением этих противоречий в данной работе.

7.2. Методические рекомендации по использованию кейсов

Кейс-метод (Case study) – метод анализа реальной ситуации, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Кейс как метод оценки компетенций должен удовлетворять следующим требованиям:

- соответствовать четко поставленной цели создания;
- иметь междисциплинарный характер;
- иметь достаточный объем первичных и статистических данных;
- иметь соответствующий уровень сложности, иллюстрировать типичные ситуации, иметь актуальную проблему, позволяющую применить разнообразные методы анализа при поиске решения, иметь несколько решений.

Кейс-метод оказывает содействие развитию умения решать проблемы с учетом конкретных условий и при наличии фактической информации. Он развивает такие квалификационные характеристики, как способность к проведению анализа и диагностики проблем, умение четко формулировать и высказывать свою позицию, умение общаться, дискутировать, воспринимать и оценивать информацию, которая поступает в вербальной и невербальной форме.

7.3. Требования к компетентностно-ориентированным заданиям для демонстрации выполнения профессиональных задач

Компетентностно-ориентированное задание – это всегда практическое задание, выполнение которого нацелено на демонстрацию доказательств наличия у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, знаний, умений, необходимых для будущей профессиональной деятельности.

Компетентностно-ориентированные задания бывают разных видов:

- направленные на подготовку конкретного практико-ориентированного продукта (анализ документов, текстов, критика, разработка схем и др.);
- аналитического и диагностического характера, направленные на анализ различных аспектов и проблем;
- связанные с выполнением основных профессиональных функций (выполнение конкретных действий в рамках вида профессиональной деятельности, например, формулирование целей миссии, и т. п.).

Раздел 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература²

1. Белов, П. С. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов: учебное пособие для СПО / П. С. Белов, О. Г. Драгина. — 2-е изд. — Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 133 с. — ISBN 978-5-4488-2262-9, 978-5-4497-3709-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143688.html>

2. Бойко, Д. А. Система автоматизированного проектирования AutoCAD. Практикум: учебное пособие / Д. А. Бойко, Т. И. Сидорович, Ю. С. Сычёва. — Минск: Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2024. — 172 с. — ISBN 978-985-895-251-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/143048.html>

Дополнительная литература³

1. Гирфанова, Л. Р. Системы автоматизированного проектирования изделий и процессов: учебное пособие / Л. Р. Гирфанова. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2025. — 155 с. — ISBN 978-5-4497-3917-9. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/145283.html>

2. Шашков, И. В. Системы автоматизированного проектирования упаковочного производства: методические указания к лабораторным работам / И. В. Шашков, Д. Л. Полушкин. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 81 с. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/64572.html>

8.1. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы бакалавриата

8.1.1. Университет располагает материально-технической базой, соответствующей действующим противопожарным правилам и нормам и обеспечивающей проведение всех видов дисциплинарной и междисциплинарной подготовки, практической и научно-исследовательской работ обучающихся, предусмотренных учебным планом.

Помещения представляют собой учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей). В Университете имеются специализированные аудитории для проведения занятий по информационным технологиям.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Университета.

Электронная информационно-образовательная среда Университета включает:

1. Официальный сайт Университета (<https://www.iile.ru/>)
2. Электронная информационно-образовательная среда «1С: Университет» договор от 10.09.2018 г. №ПРКТ-18281 (бессрочно)
3. Программы для ЭВМ. Система дистанционного обучения «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>
4. Программа для ЭВМ. Виртуальная комната «Mirapolis» - Лицензионный договор №107/06/24-к от 27.06.2024 (Спецификация к Лицензионному договору №107/06/24-к от 27.06.2024, срок действия с 02.07.2025 по 01.07.2026 г.) <https://impe.lms.mirapolis.ru/mira/>

² Из ЭБС

³ Из ЭБС

5. Система тестирования INDIGO лицензионное соглашение (Договор от 07.11.2018 г. №Д-54792, дополнительное соглашение № Д-5479/6 о пролонгации договора до 01.06.2026г.) <http://212.48.35.211:85/>

8.1.2. Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства (состав определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит обновлению при необходимости).

Перечень лицензионного программного обеспечения, в том числе отечественного производства:

1. Операционная система «Атлант» - Atlant Academ от 24.01.2024 г. (бессрочно)
2. Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition договор-оферта № Tr000941765 от 16.10.2025 г.

8.1.3. Обучающимся обеспечен доступ (удаленный доступ) к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и обновляется при необходимости, но не реже одного раз в год.

Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. Информационно-поисковая система «Консультант Плюс» - Договор №МИ-ВИП-79717-56/2022 (бессрочно)
2. Электронно-библиотечная система IPRsmart лицензионный договор от 01.09.2024 г. №11652/24С (срок действия до 31.08.2027 г.) <https://www.iprbookshop.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY лицензионный договор SCIENC INDEX № SIO -3079/2026 от 30.01.2026 г. (срок действия до 29.01.2027г.) <https://elibrary.ru>

8.1.4. Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечены электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

Раздел 9. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	<u>Оборудование:</u> специализированная мебель (мебель аудиторная (11 столов, 11 стульев, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 11; мультимедийное оборудование (проектор, экран). Программное обеспечение: САПР КОМПАС-3D V22; САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ 2023.
Помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель (9 столов, 9 стульев), персональные компьютеры с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета