

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Гриб Владислав Валерьевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 26.02.2026 23:35:33
Уникальный программный ключ:
637517d24e103c3db032acf37e09488011e21e10c29ac01767079875407



**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 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины
КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА
МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ**

**Направление подготовки
15.03.06 Мехатроника и робототехника
(уровень бакалавриат)**

**Направленность (профиль):
«Промышленная робототехника»**

Форма обучения: очная, заочная

Москва

Рабочая программа дисциплины «Конструкторско-технологическое обеспечение производства микропроцессорных систем». Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, направленность (профиль): «Промышленная робототехника» /
В. Н. Назаров – М.: ИМПЭ им. А.С. Грибоедова. – 23с.

Рабочая программа высшего образования составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 августа 2020 г. N 1046 (с изменениями от 27 ноября 2020 г.); Профессионального стандарта "Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам", утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 04.03.2014 № 121н (с изменениями от 12 декабря 2016 года) (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 21 марта 2014 года, регистрационный № 31692)

Разработчики: В. Н. Назаров, к. т. н.

Ответственный рецензент: О. А. Левичев, кандидат военных наук, доцент, доцент кафедры Дистанционного зондирования и цифровой картографии, ФГБОУ ВО «Государственный университет по землеустройству»

Ответственный рецензент: А. М. Соколов, кандидат технических наук, преподаватель Военной академии Ракетных войск стратегического назначения имени Петра Великого

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры мехатроники и робототехники 17.12.2025г. протокол №6

Заведующий кафедрой _____ /А.А. Панарин
(подпись)

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

Раздел 1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Конструкторско-технологическое обеспечение производства микропроцессорных систем» является: формирование у студентов теоретических знаний и практических навыков по разработке конструктивного исполнения и технологического процесса изготовления микропроцессорных систем, а также развитие умений использовать нормативно-техническую документацию (ГОСТ, ЕСКД, ЕСТД, IPC, IEC) при проектировании и организации серийного производства электронных устройств.

К основным задачам освоения дисциплины следует отнести: ознакомить студентов с этапами конструкторско-технологической подготовки производства в области микроэлектроники; изучить основные требования к конструктивному исполнению и технологии сборки электронных модулей: поверхностный монтаж, сквозное крепление, 3D-печать; научить работать с технической документацией: чтение и оформление чертежей, спецификаций, схем и технологических карт; формировать навыки применения стандартов оформления конструкторской и технологической документации: ЕСКД, ЕСТД, IPC, ГОСТ, ISO; развить умение обоснованно выбирать элементную базу с учетом требований надежности, совместимости и условий эксплуатации; научить анализировать тепловые режимы работы электронных компонентов и разрабатывать системы охлаждения в соответствии с нормами; освоить методы обеспечения электромагнитной совместимости на стадии проектирования; подготовить студентов к составлению и использованию технологических процессов сборки и монтажа электронных модулей; развить навыки моделирования конструкций и печатных плат в системах; формировать понимание важности соблюдения стандартов при разработке и сертификации электронной аппаратуры.

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)
ОПК-5	Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил	ОПК-5.1 Знает нормативно-техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью ОПК-5.2 Умеет разрабатывать техническую документацию по профессиональной деятельности в соответствии со стандартами, нормами и правилами ОПК-5.3 Владеет навыками применения стандартов, норм и правил в профессиональной деятельности

Раздел 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Конструкторско-технологическое обеспечение производства микропроцессорных систем» изучается в 8 семестре, относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока Б.1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника, профиль: «Промышленная робототехника».

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
8 семестр							
	108	24	24		56		4 зачет

на заочной форме обучения

з.е.	Итого	Лекции	Практические занятия	Курсовое проектирование	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация
8 семестр							
	108	2	2		100		4 зачет

Тематический план дисциплины

Очная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
8 семестр						
Тема 1. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.	2	2	4			8
Тема 2. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.	2	2	4			8
Тема 3. Проектирование печатных плат.	2	2	4			8
Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.	2	2	4			8
Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.	2	2	4			8

Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.	2	2	4			8
Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.	2	2	4			8
Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.	2	2	4			8
Тема 9. Технологии сборки и монтажа	2	2	6			10
Тема 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.	2	2	6			10
Тема 11. Современные САД/САЕ-системы в конструкторско-технологическом проектировании.	2	2	6			10
Тема 12. Стандарты и нормативная документация	2	2	6			10
зачет					4	4
итого за 8 семестр	24	24	56		4	108

Заочная форма обучения

Разделы / Темы	Лекции	Практические занятия	Самостоятельная работа	Текущий контроль	Контроль, промежуточная аттестация	Всего часов
8 семестр						
Тема 1. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.	1		12			13
Тема 2. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.			12			12
Тема 3. Проектирование печатных плат.		1	12			13
Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.			12			12

Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.	1		12			13
Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.			12			12
Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.			12			12
Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.		1	12			13
Тема 9. Технологии сборки и монтажа			12			12
Тема 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.			12			12
Тема 11. Современные САД/САЕ-системы в конструкторско-технологическом проектировании.			14			14
Тема 12. Стандарты и нормативная документация			14			14
зачет					4	4
итого за 8 семестр	2	2	100		4	108

Структура и содержание дисциплины

Наименование разделов и тем	Содержание темы
Тема 1. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.	Значение конструкторско-технологического обеспечения в разработке электронной аппаратуры. Основные этапы жизненного цикла микропроцессорных систем. Требования к надежности, ремонтпригодности, технологичности и миниатюризации. Современные тенденции в проектировании и производстве электронных модулей.
Тема 2. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.	Классификация конструкций: платы, корпуса, системы охлаждения, печатные платы. Общие принципы построения модульных и монолитных конструкций. Особенности размещения компонентов на печатной плате. Требования к защите от внешних воздействий: вибрации, температура, пыль, влага.
Тема 3. Проектирование печатных плат.	Этапы проектирования печатной платы: схемотехническое и конструкторское проектирование. Использование программных

	средств. Правила трассировки, разводка питания и заземления.
Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.	Современные технологии производства: односторонние, двусторонние, многослойные платы. Методы нанесения проводящих слоев: фольгирование, химическое травление, сверление. Технология поверхностного монтажа (SMD) и сквозного монтажа (ТНТ).
Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.	Критерии выбора электронных компонентов: функциональность, надежность, совместимость. Анализ параметров: допуски, температурный диапазон, потребляемая мощность. Работа с технической документацией. Подбор аналогов и замена устаревших компонентов.
Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.	Основные показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность. Воздействие внешних факторов: температура, вибрации, удары, электромагнитные помехи. Методы обеспечения теплового режима: радиаторы, термопрокладки, воздушное/жидкостное охлаждение. Принципы повышения технологичности конструкции: унификация, стандартизация, автоматизация
Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.	Анализ тепловых режимов работы электронных компонентов. Расчёт тепловыделений и выбор методов теплоотвода. Применение радиаторов, тепловых трубок, вентиляторов, термоинтерфейсов. Технологические особенности при проектировании систем охлаждения.
Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.	Основные понятия: излучаемые и проводимые помехи, помехоустойчивость. Меры защиты: экранирование, фильтрация, заземление, развязка цепей. Стандарты электромагнитной совместимости (ГОСТ, ИЕС, FCC). Диагностика и тестирование на соответствие требованиям ЭМС.
Тема 9. Технологии сборки и монтажа	Подготовка к массовому производству: спецификации, чертежи. Технологии поверхностного монтажа: паяльные пасты, ретранслирование, печи. Контроль качества: рентгеновская инспекция, тестирование после монтажа. Технологии встраивания.
Тема 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.	Принципы диагностики неисправностей на уровне компонентов и модулей. Инструменты и оборудование для ремонта SMD-компонентов. Создание ремонтных карт и эксплуатационной документации. Утилизация и вторичная переработка электронных модулей.
Тема 11. Современные САД/САЕ-системы в конструкторско-технологическом проектировании.	Возможности систем автоматизированного проектирования. Разработка 3D-моделей корпусов и систем охлаждения. Взаимодействие между схематехническим и конструкторским проектированием. Подготовка проекта к производству.

Тема 12. Стандарты и нормативная документация	Требования ЕСКД и ЕСТД к оформлению конструкторской и технологической документации. Стандарты IPC для проектирования печатных плат. ГОСТы и международные стандарты на качество и надежность электронных устройств. Подготовка технической документации по ГОСТ и ISO для серийного производства.
---	---

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. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.

1. Ознакомление с этапами жизненного цикла электронного изделия.
2. Изучение основных задач конструкторско-технологического проектирования.
3. Знакомство с нормативно-технической базой: ЕСКД, ЕСТД, ГОСТ, IPC.
4. Примеры проектов от идеи до серийного производства.

Тема 2. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.

1. Анализ типовых конструктивов: моноблок, модульный, шасси, герметичный корпус.
2. Исследование влияния конструкции на ремонтпригодность и надежность.
3. Разработка структурной схемы расположения узлов в составе системы.
4. Учет условий эксплуатации при выборе конструктивного исполнения.

Тема 3. Проектирование печатных плат.

1. Переход от принципиальной к печатной плате.
2. Размещение компонентов и трассировка проводников.
3. Проверка правил проектирования

Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.

1. Изучение процессов фольгирования, сверления, травления, лужения.
2. Сравнение односторонних, двусторонних и многослойных плат.
3. Выбор технологии изготовления в зависимости от сложности и объема выпуска.

Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.

1. Работа с каталогами и datasheet (например, Digi-Key, Mouser).
2. Обоснование выбора компонентов по параметрам: допуск, мощность, температурный диапазон.
3. Поиск заменителей при отсутствии требуемых компонентов.
4. Учет стандартизации и унификации при проектировании.

Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.

1. Анализ конструкции на соответствие требованиям надежности.
2. Расчёт времени наработки на отказ (MTBF) для простого устройства.
3. Проверка соответствия платы требованиям технологичности (DFM).
4. Учет факторов: вибрация, удар, влажность, пыль.

Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.

1. Расчёт тепловыделений в схеме.
2. Подбор радиаторов, термопрокладок и вентиляторов.
3. Исследование температурного режима компонентов в условиях нагрузки.
4. Анализ тепловых карт с помощью инфракрасной камеры или симуляции.

Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.

1. Изучение источников и путей проникновения помех.
2. Реализация мер защиты: экранирование, заземление, развязка цепей.
3. Проверка соответствия требованиям ГОСТ и IEC по ЭМС.
4. Диагностика ЭМС на действующем макете.

Тема 9. Технологии сборки и монтажа

1. Знакомство с этапами поверхностного монтажа (SMD).
2. Изучение оборудования: установка Pick-and-Place, инфракрасная/парофазная пайка.
3. Анализ качества пайки: AOI, рентгеновская инспекция.
4. Особенности ручного монтажа и ремонта SMD-компонентов.

Тема 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.

1. Поиск неисправностей методом "от общего к частному".
2. Использование диагностических карт и руководств по ремонту.
3. Подбор инструментов и оборудования для сервиса.
4. Восстановление работоспособности после перегрузок и внешних воздействий.

Тема 11. Современные CAD/CAE-системы в конструкторско-технологическом проектировании.

1. Создание 3D-модели корпуса устройства.
2. Построение сборочных чертежей и спецификаций.
3. Использование CAE-инструментов для анализа тепловых и электрических характеристик.
4. Подготовка проекта к производству

Тема 12. Стандарты и нормативная документация

1. Оформление чертежей и схем в соответствии с ЕСКД и ГОСТ.
2. Изучение стандартов IPC-2221, IPC-J-STD-001.
3. Подготовка документации по ISO 9001 (контроль качества).
4. Оценка соответствия разработанного изделия установленным нормам.

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. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.	- 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. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.	
Тема 3. Проектирование печатных плат.	
Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.	
Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.	
Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.	
Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.	
Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.	
Тема 9. Технологии сборки и монтажа	- 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 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.	
Тема 11. Современные САД/САЕ-системы в конструкторско-технологическом проектировании.	
Тема 12. Стандарты и нормативная документация	

5.1. Примерная тематика эссе¹

1. Значение конструкторско-технологической подготовки в современном машиностроении.
2. Как стандарты ЕСКД и ЕСТД влияют на качество выпускаемой продукции.
3. От идеи до серийного производства: этапы разработки электронного изделия.
4. Роль стандартизации в обеспечении совместимости и ремонтпригодности устройств.
5. Современные подходы к проектированию печатных плат: от простого к сложному.
6. Влияние плотности монтажа на технологичность и надежность конструкции.
7. Проблемы трассировки высокочастотных цепей и пути их решения.
8. Как выбрать САД-систему для проектирования электронных модулей?
9. Плюсы и минусы поверхностного монтажа (SMD) и сквозного (ТНТ).
10. Как автоматизация процессов сборки влияет на себестоимость и качество изделий.
11. Перспективы применения аддитивных технологий в производстве электроники.
12. Сравнение ручной и автоматизированной пайки: что выбрать для прототипирования?
13. Что такое DFM и почему он важен при массовом производстве?
14. Как тепловой режим влияет на срок службы электронных компонентов?
15. Электромагнитная совместимость: можно ли игнорировать требования стандартов?
16. Как повысить ремонтпригодность устройства при проектировании?
17. Как найти замену устаревшему компоненту без потери функциональности?
18. Учет условий эксплуатации при выборе элементной базы.
19. Почему унификация и стандартизация важны при разработке изделий.

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

20. Как параметры компонентов влияют на надежность и энергоэффективность.
21. ГОСТ, IPC или IEC – какие стандарты важнее в вашей профессиональной деятельности?
22. Как правильно читать datasheet и использовать информацию в проектировании.
23. Сертификация электронных устройств: зачем она нужна и как проводится.
24. Можно ли создать качественную конструкцию без знания стандартов?
25. Миниатюризация и её влияние на конструкторско-технологические решения.

5.2. Примерные задания для самостоятельной работы

Наименование разделов/тем	Тип задания
Тема 1. Введение в конструкторско-технологическое проектирование микропроцессорных систем.	Привести примеры влияния технологичности на себестоимость и надежность. Описать роль стандартов (ЕСКД, ЕСТД) при подготовке производства.
Тема 2. Структурно-конструкторские решения встроенных систем.	Выбрать один из типовых конструктивов (моноблок, модульная система, шасси). Описать его преимущества и недостатки. Проанализировать ремонтпригодность и удобство обслуживания. Обосновать выбор конструкции под конкретные условия эксплуатации.
Тема 3. Проектирование печатных плат.	Разработать принципиальную схему простого устройства (например, стабилизатор напряжения). Перевести её в печатную плату. Выполнить размещение компонентов и трассировку.
Тема 4. Технологии изготовления печатных плат.	Сравнить их по стоимости, сложности и возможностям применения. Подготовить Gerber-файлы и Drill-файлы для заказа платы. Описать процесс травления и фольгирования.
Тема 5. Выбор и обоснование элементной базы.	Подобрать компоненты для схемы питания (стабилизатор LM7805 или аналог). Обосновать выбор по параметрам: допуск, мощность, температурный диапазон. Найти замену устаревшего компонента с учетом совместимости. Учесть доступность, стоимость и сертификацию элементов.
Тема 6. Надежность и технологичность конструкций.	Выполнить оценку технологичности разработанной ранее печатной платы. Провести расчет времени наработки на отказ для выбранного устройства. Определить факторы, влияющие на надежность: температура, вибрация, старение. Предложить меры повышения технологичности и надежности.
Тема 7. Системы теплозащиты и охлаждения.	Рассчитать тепловыделения для одного из компонентов (например, регулятора напряжения). Выбрать радиатор или термопрокладку. Исследовать влияние условий эксплуатации на температурный режим.

Тема 8. Электромагнитная совместимость и защита.	Изучить требования по ЭМС к электронным устройствам (ГОСТ, IEC, FCC). Реализовать простую схему защиты от помех (экранирование, развязка, заземление). Провести диагностику сигналов на действующем макете. Описать основные меры обеспечения ЭМС на этапе проектирования.
Тема 9. Технологии сборки и монтажа	Изучить особенности поверхностного и сквозного монтажа. Выполнить моделирование процесса автоматической пайки. Сравнить качество пайки при использовании разных технологий. Описать оборудование, используемое при массовой сборке.
Тема 10. Сервисное обслуживание и ремонт микропроцессорных систем.	Составить карту диагностики неисправностей для простого устройства. Описать типовые неисправности и методы их устранения. Подготовить список необходимых инструментов и оборудования для ремонта. Привести пример восстановления работоспособности после перегрева или КЗ.
Тема 11. Современные CAD/CAE-системы в конструкторско-технологическом проектировании.	Создать 3D-модель корпуса для ранее спроектированной платы. Проверить взаимодействие платы и корпуса. Подготовить техническую документацию (чертежи, спецификации, BOM).
Тема 12. Стандарты и нормативная документация	Изучить требования ГОСТ 2.101–2.109 к оформлению конструкторской документации. Подготовить схему и чертеж в соответствии с ЕСКД. Сравнить требования IPC и ГОСТ к проектированию печатных плат. Описать значение стандартизации при сертификации продукции.

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
ОПК-5 Способен работать с нормативно-технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил		
ОПК-5.1.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины
ОПК-5.2.	П. 6.2 настоящей рабочей программы дисциплины	П. 6.3 настоящей рабочей программы дисциплины

ОПК-5.3	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. Этапы жизненного цикла электронного изделия.
2. Роль конструкторско-технологического обеспечения при разработке микропроцессорных систем.
3. Требования к надежности, технологичности и ремонтпригодности конструкций.
4. Значение стандартизации и унификации при проектировании.
5. Классификация конструктивных решений: моноблок, модульная система, шасси.
6. Особенности герметичных и компактных конструкций.
7. Влияние условий эксплуатации на выбор конструктивного исполнения.
8. Учет требований к вибро- и термостойкости при проектировании.
9. Основные этапы проектирования печатных плат.
10. Правила размещения элементов и трассировки проводников.
11. Использование САД-систем в разработке схем и плат.
12. Проверка проекта на соответствие правилам DRC и ERC.
13. Технологии производства печатных плат: односторонние, двусторонние, многослойные.
14. Этапы изготовления: фольгирование, сверление, травление, лужение.
15. Подготовка Gerber-файлов и Drill-файлов для заказа.
16. Сравнение различных технологий по стоимости, надежности и сложности.
17. Критерии выбора электронных компонентов: функциональность, совместимость, доступность.
18. Работа с технической документацией: datasheet, footprint, BOM.
19. Поиск аналогов и замена устаревших компонентов.
20. Учет параметров температурного диапазона, допусков и мощности рассеивания.
21. Показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность.
22. Факторы, влияющие на надежность: вибрации, перегрев, старение.
23. Принципы повышения технологичности: унификация, стандартизация, автоматизация.
24. Расчёт наработки на отказ и оценка качества конструкции.
25. Анализ тепловых режимов работы электронных компонентов.
26. Принципы теплоотвода: радиаторы, тепловые трубки, вентиляторы.
27. Расчёт тепловыделений и выбор метода охлаждения.
28. Особенности проектирования систем охлаждения для мобильных устройств.
29. Основные понятия электромагнитной совместимости (ЭМС).
30. Источники помех и пути их распространения в электронных системах.
31. Меры защиты: экранирование, заземление, развязка цепей.
32. Стандарты ЭМС: ГОСТ, IEC, FCC.
33. Технология поверхностного монтажа (SMD): этапы и оборудование.
34. Технология сквозного монтажа (ТНТ): особенности и применение.
35. Инфракрасная и парофазная пайка: преимущества и ограничения.
36. Контроль качества после монтажа: AOI, рентгеновская инспекция, тестирование.
37. Диагностика и поиск неисправностей в электронных модулях.
38. Создание ремонтных карт и эксплуатационной документации.
39. Подходы к восстановлению работоспособности электронных систем.
40. Оборудование и инструменты для ремонта SMD-компонентов.
41. Возможности современных программ: KiCad, Altium Designer, SolidWorks.
42. Разработка 3D-моделей корпусов и систем охлаждения.
43. Подготовка проекта к производству: BOM, спецификации, Gerber-файлы.
44. Автоматизация процессов проектирования и проверка на соответствие стандартам.

45. Единая система конструкторской документации (ЕСКД): основные положения.
46. Единая система технологической документации (ЕСТД).
47. Стандарты IPC, IEC, ISO в области микроэлектроники.
48. Подготовка чертежей, схем и спецификаций по ГОСТ.

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
ОПК-5	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какой стандарт регулирует оформление конструкторской документации в России? <ol style="list-style-type: none"> a) ISO 9001 b) ЕСКД c) IEEE d) IEC 2. Что означает аббревиатура DRC при проектировании печатных плат? <ol style="list-style-type: none"> a) Документальная раскладка компонентов b) Проверка правил проектирования c) Диагностика радиационного контроля d) Динамическая реакция цепи 3. Какой документ содержит описание электрических соединений и компонентов на плате? <ol style="list-style-type: none"> a) Спецификация b) Перечень элементов (BOM) c) Чертеж корпуса d) Технологическая карта 4. Какой файл используется производителем печатных плат для изготовления топологии? <ol style="list-style-type: none"> a) PDF b) STEP c) Gerber d) DOCX 5. Какой стандарт устанавливает требования к поверхностному монтажу и пайке? <ol style="list-style-type: none"> a) IPC-J-STD-001 b) ГОСТ Р 51317 c) ISO 14001 d) ANSI C84.1 6. Какой документ определяет правила выполнения чертежей и схем в машиностроении? <ol style="list-style-type: none"> a) ЕСТД b) ЕСКД c) ГОСТ Р d) ISO 7. Что означает термин «DFM» в контексте технологичности конструкции? <ol style="list-style-type: none"> a) Design for Manufacture — проектирование для удобства производства b) Digital Frequency Modulation — цифровая частотная модуляция c) Device Firmware Management — управление микропрограммами устройств d) Dynamic Function Model — динамическая функциональная модель

	<p>8. Какой метод используется для проверки качества пайки SMD-компонентов?</p> <p>a) Осциллография b) AOI (автоматический оптический контроль) c) Шумомер d) Вольтметр</p> <p>9. Какой параметр влияет на выбор радиатора для силового компонента?</p> <p>a) Цвет платы b) Напряжение питания c) Тепловыделение (мощность рассеивания) d) Разрядность АЦП</p> <p>10. Что такое MTBF?</p> <p>a) Время восстановления после отказа b) Нарботка на отказ c) Время отклика системы d) Среднее время работы без выключения</p> <p>11. Какой из перечисленных документов содержит информацию о характеристиках компонента?</p> <p>a) Спецификация проекта b) Datasheet c) Пояснительная записка d) Техническое задание</p> <p>12. Какой стандарт регулирует вопросы электромагнитной совместимости?</p> <p>a) ISO 9001 b) IEC 61000 c) IPC-A-600 d) ANSI C84.1</p> <p>13. Что обозначает термин «унификация» в конструкторско-технологическом проектировании?</p> <p>a) Упрощение внешнего вида изделия b) Использование одинаковых или стандартных компонентов c) Увеличение массогабаритов d) Снижение требований к надежности</p> <p>14. Какой документ регулирует процессы технологической подготовки производства?</p> <p>a) ЕСКД b) ЕСТД c) ISO 9001 d) IEC 61508</p> <p>15. Какой этап позволяет определить соответствие изделия установленным стандартам?</p> <p>a) Проектирование интерфейсов b) Сертификация c) Подключение питания d) Выбор процессора</p>
--	--

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	<p>обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Обучающийся должен:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>Обучающийся демонстрирует:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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;

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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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: <ul style="list-style-type: none"> - 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 организованные 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. Скобелев, С. Б. Технологическое обеспечение качества: учебное пособие / С. Б. Скобелев. — Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2023. — 90 с. — ISBN 978-5-4497-1985-0, 978-5-8149-2370-7. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/129009.html>

² Из ЭБС

2. Технологическое обеспечение качества: практикум / В. А. Макаров, О. Г. Драгина, М. И. Седых, П. С. Белов. — Егорьевск: Егорьевский технологический институт (филиал) Московского государственного технологического университета «СТАНКИН», 2015. — 102 с. — ISBN 978-5-904330-09-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/31953.html>

Дополнительная литература³

1. Метрологическое обеспечение производства: учебно-методическое пособие / В. Г. Кутяйкин, А. К. Потапчик, А. В. Зажигалкин, П. А. Горбачев. — Москва: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2023. — 148 с. — ISBN 978-5-93088-223-0. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/138910.html>

2. Фролов, А. В. Схемотехника аналоговых устройств на операционных усилителях: лабораторный практикум / А. В. Фролов. — Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2022. — 141 с. — ISBN 978-5-7765-1525-5. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/140669.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/>
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

³ Из ЭБС

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 (12 столов, 24 стула, доска аудиторная), стол преподавателя, стул преподавателя. <u>Технические средства обучения:</u> персональный компьютер - 1; мультимедийное оборудование (проектор, экран).
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