МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(СФУ)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИИФиРЭ
_____Минаков А.В.
«05» _____03_____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль) / специализация: **Проектирование электронных средств космических аппаратов**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Институт инженерной физики и радиоэлектроники**
Кафедра: **приборостроения и наноэлектроники**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2025 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28	28	часов
Практические занятия	28	28	часов
Лабораторные занятия	14	14	часов
Самостоятельная работа	38	38	часов
Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	144	часов
	4	4	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	6

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Нариманова Г.Н.
Должность: И.о. проректора по УРиМД
Дата подписания: 05.03.2025
Уникальный программный ключ:
eb4e14e0-de8d-48f7-bf05-ceacb167edfe

Красноярск

Согласована на портале № 83842

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Целью изучения дисциплины «Основы технологии производства электронных средств» является формирование знаний, умений и навыков, позволяющих обучить студентов современной технологии производства электронных средств различного конструктивного исполнения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Получение знаний по физико-технологическим основам процессов производства электромонтажных изделий электронных средств, особенностям проведения отдельных технологических процессов;
2. Развитие и углубление профессиональных компетенций на теоретическом и прикладном уровнях;
3. Формирование и закрепление навыков разработки технологических процессов.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.
Модуль дисциплин: Модуль направленности (major).
Индекс дисциплины: Б1.В.01.10.
Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):
Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-7. Способен выполнять работы по технологической подготовке производства электронных средств	ПК-7.1. Знает принципы технологической подготовки производства электронных средств и необходимые виды работ	Знает основные виды работ по технологической подготовке производства электронных средств
	ПК-7.2. Умеет применять на практике принципы технологической подготовки производства электронных средств и выполнять необходимые виды работ	Умеет разрабатывать маршрутно-операционные процессы изготовления электронных средств
	ПК-7.3. Владеет навыками выполнения основных видов работ по технологической подготовке производства электронных средств	Владеет стандартами, определяющими правила разработки технологических процессов и операций

Согласована на портале № 83842

ПК-8. Способен организовывать метрологическое обеспечение производства электронных средств	ПК-8.1. Знает методическую базу измерений параметров технологических процессов и тестирования продукта производства	Знает методы измерения параметров технологических процессов
	ПК-8.2. Умеет осуществлять поверку, настройку и калибровку электронной измерительной аппаратуры	Умеет осуществлять настройку электронной измерительной аппаратуры
	ПК-8.3. Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов	Владеет навыками метрологического сопровождения технологических процессов изготовления деталей электронных средств

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	70	70
Лекционные занятия	28	28
Практические занятия	28	28
Лабораторные занятия	14	14
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	38	38
Подготовка к тестированию	11	11
Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	5	5
Выполнение индивидуального задания	8	8
Написание отчета по индивидуальному заданию	5	5
Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	3	3
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	3	3
Написание отчета по лабораторной работе	3	3
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость (в часах)	144	144
Общая трудоемкость (в з.е.)	4	4

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр						

Согласована на портале № 83842

1 Общее состояние дел по производству печатных плат	4	4	-	5	13	ПК-7, ПК-8
2 Классификация печатных плат	2	2	-	5	9	ПК-7, ПК-8
3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	2	2	4	8	16	ПК-7, ПК-8
4 Типы материалов для изготовления печатных плат	2	2	-	1	5	ПК-7, ПК-8
5 Заготовительные операции	4	4	-	1	9	ПК-7, ПК-8
6 Подготовительные операции	2	2	-	1	5	ПК-7, ПК-8
7 Способы изготовления печатных плат	2	2	5	4	13	ПК-7, ПК-8
8 Изготовление фотошаблонов	2	2	-	4	8	ПК-7, ПК-8
9 Финишные покрытия	4	4	-	1	9	ПК-7, ПК-8
10 Методы изготовления односторонних ПП	2	2	5	7	16	ПК-7, ПК-8
11 Методы изготовления двухсторонних ПП	2	2	-	1	5	ПК-7, ПК-8
Итого за семестр	28	28	14	38	108	
Итого	28	28	14	38	108	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1 Общее состояние дел по производству печатных плат	Этапы разработки электронной аппаратуры (техническое задание, эскизный проект, технический проект). Типы производства (классификации по назначению, по организации производства, по уровню применяемых средств автоматизации и механизации; по виду или признаку применяемого метода для изготовления изделия). Модульный принцип конструирования (уровни модульности).	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
2 Классификация печатных плат	Классификация печатных плат (классификация в соответствии с ГОСТ 23751-86; ГОСТ 55693-2013). Характеристики и классы точности ПП в соответствии с ГОСТ Р53429-2009. Классы применения печатных плат по ГОСТ Р 55490-2013.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 83842

3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	Выбор материала основания печатных плат (базовые и расходные); основные характеристики базовых материалов (температура стеклования, коэффициент температурного расширения, температура деструкции, индекс влияния температуры пайки); испытания базовых материалов печатных плат. Влияние факторов (климатические, механические и радиационные). Испытание базовых материалов ПП ГОСТ 26246.0–89 (МЭК 61249–1–82)	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Типы материалов для изготовления печатных плат	Распространенные типы материалов (ГОСТ 10316-78 и ОСТ 4. 010. 022-85): Стеклотекстолит, гетинакс. Классификации материалов по международным и национальным стандартам (NEMA, МЭК, IPC; гибкие базовые материалы: Требования к материалам для гибких ПП, Основные элементы конструкции гибких печатных плат (основа, адгезив, металлическая фольга).	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
5 Заготовительные операции	Заготовительные операции. Выбор метода получения заготовок. Формирование отверстий в ПП. Выбор диаметра монтажных отверстий (металлизированных и неметаллизированных). Механическое сверление. Критерии оценки процесса сверления. Дефекты в подложке и медном материале. Пакет для сверления (надплатники, подплатники, маркировочные кольца, центрирующие штифты). Химическое и лазерное сверление.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
6 Подготовительные операции	Очистка (гидроабразивная ГОСТов 2.3664-79; 2.3663-79; химическая, электрохимическая очистка). Перманганатная очистка отверстий, Плазмохимическая очистка Контроль качества подготовки металлических поверхностей заготовок ПП. Этапы формирования защитного рельефа ПП. Фотолитография.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	

Согласована на портале № 83842

7 Способы изготовления печатных плат	Офсетный способ: этапы офсетной печати. Достоинство и недостатки. Лазерное формование рисунка ПП. применение струйной печати в производстве ПП: метод струйной печати с нанесением резиста, метод диффузии, метод с формированием слоев ПП из пасты диэлектрика и проводника.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
8 Изготовление фотошаблонов	Изготовление фотошаблонов. Материалы для фотошаблонов. Автоматические методы изготовления фотошаблонов. Технология LaserGraver. Формирование токопроводящих элементов ПП; Процесс химического меднения электрохимическая металлизация. Травление меди с пробельных мест. Химическое удаление меди. Электрохимическое травление ПП.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
9 Финишные покрытия	Назначения и виды финишных покрытий; HASL-процесс горячего облуживания , ENIG ImAg-иммерсионное серебро , ImSn-иммерсионное олово. Достоинство и недостатки. Формирование защитной паяльной маски; Способы разделения печатных плат (обработка контура печатных плат, штамповка, фрезерование по контуру, скрайбирование, несквозная и сквозная фрезеровка).	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
10 Методы изготовления односторонних ПП	Химический негативный и химический позитивный методы, аддативные и субтрактивные методы, металлизация, штамповка. Метод горячей запрессовки. Штампование.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
11 Методы изготовления двухсторонних ПП	Комбинированный позитивный и тентинг методы изготовления печатных плат; достоинство и недостатки. Метод фрезерования.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
	Итого за семестр	28	
	Итого	28	

5.3. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.3.

Таблица 5.3. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 83842

6 семестр			
1 Общее состояние дел по производству печатных плат	Стратегия развития электронной промышленности. Этапы стратегии, основные цели и задачи.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
2 Классификация печатных плат	Оценка степени сложности ПП. Характеристики и классы точности ПП. Типы производства.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	Критерии выбора материалов для изготовления печатных плат. Характеристики базовых материалов оснований печатных плат.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
4 Типы материалов для изготовления печатных плат	Типы материалов для изготовления печатных плат. Гибкие базовые материалы. Классы горючести базовых материалов.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
5 Заготовительные операции	Общие сведения по заготовительным операциям для изготовления печатных плат. Виды заготовок, способы их изготовления.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
6 Подготовительные операции	Механические, химические, электрохимические, плазменные методы подготовки заготовок печатных плат к последующим операциям.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
7 Способы изготовления печатных плат	Этапы формирования защитного рельефа ПП: 1 ламинирование заготовок сухим пленочным фоторезистом; 2 контактное и бесконтактное экспонирование; проявление.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
8 Изготовление фотошаблонов	Процесс химического меднения, электрохимическая металлизация. Технология прямой металлизации	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
9 Финишные покрытия	Назначения и виды финишных покрытий. Маркировка печатного монтажа. Способы разделения печатных плат.	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	

Согласована на портале № 83842

10 Методы изготовления односторонних ПП	Травление меди с пробельных мест. Химический негативный и химический позитивный методы.	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
11 Методы изготовления двухсторонних ПП	Субтрактивные (тентинг метод), полуаддитивные (комбинированный позитивный метод) и аддитивные методы (ПАФОС).	2	ПК-7, ПК-8
	Итого	2	
Итого за семестр		28	
Итого		28	

5.4. Лабораторные занятия

Наименование лабораторных работ приведено в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Наименование лабораторных работ

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	Исследование электрохимического процесса осаждения пленок	4	ПК-7, ПК-8
	Итого	4	
7 Способы изготовления печатных плат	Фотолитография – основной способ формирования топологической структуры печатных плат	5	ПК-7, ПК-8
	Итого	5	
10 Методы изготовления односторонних ПП	Определение и расчет деформаций жестких печатных плат	5	ПК-7, ПК-8
	Итого	5	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

5.5. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				

Согласована на портале № 83842

1 Общее состояние дел по производству печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-7, ПК-8	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	5		
2 Классификация печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-7, ПК-8	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	5		
3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	2	ПК-7, ПК-8	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-7, ПК-8	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по лабораторной работе
	Итого	8		

Согласована на портале № 83842

4 Типы материалов для изготовления печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Итого	1		
5 Заготовительные операции	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Итого	1		
6 Подготовительные операции	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Итого	1		
7 Способы изготовления печатных плат	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-7, ПК-8	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по лабораторной работе
	Итого	4		
8 Изготовление фотошаблонов	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7, ПК-8	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по индивидуальному заданию
	Итого	4		
9 Финишные покрытия	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Итого	1		

Согласована на портале № 83842

10 Методы изготовления односторонних ПП	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Подготовка к защите отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию
	Выполнение индивидуального задания	1	ПК-7, ПК-8	Индивидуальное задание
	Написание отчета по индивидуальному заданию	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по индивидуальному заданию
	Подготовка к защите отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	1	ПК-7, ПК-8	Лабораторная работа
	Написание отчета по лабораторной работе	1	ПК-7, ПК-8	Отчет по лабораторной работе
	Итого	7		
11 Методы изготовления двухсторонних ПП	Подготовка к тестированию	1	ПК-7, ПК-8	Тестирование
	Итого	1		
Итого за семестр		38		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
Итого		74		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности				Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Лаб. раб.	Сам. раб.	
ПК-7	+	+	+	+	Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен
ПК-8	+	+	+	+	Защита отчета по индивидуальному заданию, Защита отчета по лабораторной работе, Индивидуальное задание, Лабораторная работа, Отчет по индивидуальному заданию, Отчет по лабораторной работе, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 83842

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

6.1. Балльные оценки для форм контроля

Балльные оценки для форм контроля представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Балльные оценки

Формы контроля	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
6 семестр				
Защита отчета по лабораторной работе	0	2	7	9
Защита отчета по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Индивидуальное задание	6	6	7	19
Отчет по индивидуальному заданию	2	2	2	6
Лабораторная работа	0	5	10	15
Тестирование	2	2	2	6
Отчет по лабораторной работе	0	2	7	9
Экзамен				30
Итого максимум за период	12	21	37	100
Нарастающим итогом	12	33	70	100

6.2. Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Пересчет баллов в оценки за текущий контроль представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Пересчет баллов в оценки за текущий контроль

Баллы на дату текущего контроля	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату ТК	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату ТК	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату ТК	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату ТК	2

6.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка	Итоговая сумма баллов, учитывает успешно сданный экзамен	Оценка (ECTS)
5 (отлично) (зачтено)	90 – 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 – 89	B (очень хорошо)
	75 – 84	C (хорошо)
	70 – 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 – 69	
	60 – 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Согласована на портале № 83842

7.1. Основная литература

1. Томилин В.И. Технология производства электронных средств:лаб. практикум / В.И. Томилин , Н.П. Томилина ,В.А. Бахтина. - Красноярск: СФУ, 2012. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-471777.pdf.

2. Томилин В.И. Технология производства электронных средств :учеб. пособие для студентов вузов / В.И. Томилин , Н.П. Томилина, Н.А. Алексеева. - Красноярск: СФУ, 2012. - 118 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-760103.pdf.

7.2. Дополнительная литература

1. Комаров В. А. Технологии и средства автоматизации испытаний радиоэлектронной техники:учеб.-метод. пособие / В. А. Комаров . - Красноярск: СФУ, 2015. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-230539067.pdf.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Левицкий А.А. Моделирование конструкций и технологических процессов производства электронных средств: учеб.-метод. пособие / А.А. Левицкий , С.И. Трегубов. - Красноярск: СФУ, 2013. - [Электронный ресурс]: — Режим доступа: http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/u62/i-076167.pdf ..

2. Шелованова Г.Н. Материаловедение и материалы электронных средств: учеб.- метод. пособие по самостоят. работе / Шелованова Г.Н. - Красноярск: СФУ, 2012. - 43 с. (наличие в библиотеке СФУ 6 экз.).

3. Туев, В. И. Технология производства электронных средств: методические указания по выполнению лабораторных работ / В. И. Туев, М. В. Андреева, О. Е. Троян. — Томск: ТУСУР, 2022. — 44 с . [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/9813..

4. Христюков, В.Г. «Основы технология РЭС», «Технология РЭС», «Технология поверхностного монтажа», «Технологические процессы и производства», «Технология ЭВС-2»: Практикум / В.Г. Христюков – 2012. 177 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/2010.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа и СФУ открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh; https://bik.sfu-kras.ru/elib/databases.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным

Согласована на портале № 83842

количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для проведения групповых ииндивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Описание имеющегося оборудования:

- Интерактивная панель;
- Магнитно-маркерная доска;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя. Программное обеспечение:
- Adobe Reader;
- Google Chrome;
- Microsoft Office 2010;
- Windows 10.
- КОМПАС-3DV9. Инженерное программное обеспечение для проектирования компании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых ииндивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, помещение для самостоятельной работы.

Описание имеющегося оборудования:

- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя. Программное обеспечение:
- 7-Zip;
- Adobe AcrobatReader;
- Google Chrome;
- Microsoft Windows8.1 и ниже;
- КОМПАС-3DV9. Инженерное программное обеспечение для проектированиякомпании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования.
-

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы).

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду СФУ.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- КОМПАС-3DV9. Инженерное программное обеспечение для проектирования компании Аскон. Система трехмерного твердотельного моделирования;
- Google Chrome.

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

Согласована на портале № 83842

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общее состояние дел по производству печатных плат	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Классификация печатных плат	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Базовые материалы для изготовления печатных плат	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

Согласована на портале № 83842

		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
4 Типы материалов для изготовления печатных плат	ПК-7, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Заготовительные операции	ПК-7, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Подготовительные операции	ПК-7, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Способы изготовления печатных плат	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
8 Изготовление фотошаблонов	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

Согласована на портале № 83842

		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
9 Финишные покрытия	ПК-7, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
10 Методы изготовления односторонних ПП	ПК-7, ПК-8	Защита отчета по лабораторной работе	Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ
		Защита отчета по индивидуальному заданию	Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий
		Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Отчет по индивидуальному заданию	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
		Отчет по лабораторной работе	Темы лабораторных работ
11 Методы изготовления двухсторонних ПП	ПК-7, ПК-8	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков

Согласована на портале № 83842

4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какие этапы жизненного цикла относятся к стадии НИР?

а) стадии разработки ТЗ, ЭП;

б) стадии ТП и ТПП;

в) стадии ТЗ и ТПП;

2. Определите, какие характеристики соответствуют серийному типу производства:

а) многономенклатурность, малый объем выпуска, применение универсального, переналаживаемого оборудования;

б) ограниченная номенклатура изделий, сравнительно большой объемом выпуска, использование специализированного и автоматизированного оборудования;

в) малая номенклатура, большие объемы изделий в течение длительного времени, оборудование и оснастка, как правило, специальное, дорогое и высокопроизводительное;

3. Выберите значение Кзо для мелкосерийного производства:

а) $1 < Кзо \leq 10$;

б) $10 < Кзо \leq 20$;

в) $20 < Кзо \leq 40$;

4. Определите, к какому классу точности относятся печатные платы с минимальной

Согласована на портале № 83842

шириной проводника 250 мкм:

а) первый класс точности;

б) пятый класс точности;

в) третий класс точности;

5. Препреги – это:

а) стеклоткани, пропитанные недополимеризованной смолой;

б) стеклоткани, покрытые лаковой пленкой;

в) недополимеризованная смола;

6. К основным компонентам базовых фольгированных материалов относятся?

а) наполнители, фольга;

б) наполнители, связующие, фольга;

в) связующие, керамика, фольга;

7. В какой стадии отверждения находится смола в препрегах?

а) стадия А;

б) стадия С;

в) стадия Б;

8. Что характеризует температура стеклования базовых материалов?

а) температуру плавления, при которой материал переходит в жидкое состояние;

б) характеризует устойчивость композиции медь – диэлектрик к температурным воздействиям;

в) область вязкотекучего состояния материала;

9. Что характеризует коэффициент CTEz?

а) увеличение расширения диэлектрика при температуре выше температуры стеклования;

б) температурное расширение металлизации по оси Z;

в) температурное расширение диэлектрика по оси Z;

10. Что характеризует температура деструкции Td?

а) температура, при которой происходит отслаивание фольги;

б) температура, при которой происходит разложение полимера, входящего в состав базового материала;

в) температура расслоения базового материала;

11. Как обозначается класс дефектности фольгированных материалов?

а) 1; 2; 3; 4; 5;

б) 1А; 2Б; 3В; 4Г; 5Д;

в) А; В; С; D; Х;

12. FR – 4 это:

а) гетинакс;

б) стеклотекстолит;

в) высокотемпературный стеклотекстолит;

13. Основным материалом для гибких плат является:

а) арамид;

б) полиимид;

в) тефлон;

14. Ширина технологического поля в групповых заготовках ПП составляет:

а) 40 мм;

б) 30 мм;

в) 50 мм;

15. Назначение базовых отверстий:

а) для точного расположения заготовки на операциях сверления, совмещения и т д;

б) для механического крепления заготовок на подвесках;

в) для крепления деталей и электрорадиокомпонентов на плате.

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Охарактеризуйте основные этапы технологического процесса изготовления ПП?
2. Перечислите и охарактеризуйте способы металлизации, применяемые в технологии изготовления ПП?
3. Назовите основные типы печатных плат (ПП)?
4. Охарактеризуйте конструкционные материалы для производства печатных плат. Основные характеристики составы и свойства?

Согласована на портале № 83842

5. Назовите преимущества метода прямой металлизации перед химическим осаждением?
6. Перечислите основные методы изготовления ОПП, их преимущества и недостатки?
7. Назовите основные этапы метода «тентинг» метода, применяемого при изготовлении ДПП и МПП?
8. Назовите основные методы нанесения паяльной пасты на контактные площадки, их достоинства и недостатки?
9. Назовите классы точности печатных плат и основные параметры?
10. Раскройте процесс формирования рисунка печатной платы методом фотолитографии?
11. Назовите способы очистки отверстий в печатных платах после сверления перед их металлизацией?
12. Перечислите основные финишные покрытия, их достоинства и назначение?
13. Назовите основные этапы комбинированного позитивного метода (КПМ)?
14. Какие материалы применяются при производстве гибких ПП?
15. Дайте характеристику методам получения отверстий в печатных платах?
16. Назовите основные механические и электрические характеристики базовых материалов?
17. Назовите основные этапы метода трафаретной печати при получении рисунка ПП?
18. Назовите основные уровни модульности конструкций РЭА и охарактеризуйте их?
19. Виды заготовок ПП, методы их получения, основные характеристики?
20. Назовите основные типы фоторезистов, опишите механизм фотохимических превращений при экспонировании?
21. Назовите современные методы изготовления фотошаблонов для ПП?
22. Перечислите основные стадии процесса химической металлизации?
23. Каково назначение металлорезистов и их состав?
24. Назначение концевых покрытий и их основные виды?
25. Назовите отличие SMOBC и SMOTL процессов?
26. Современные методы повышения равномерности осажденных покрытий при электрохимической металлизации?
27. Назначение операции оплавления?
28. Какую информацию несет основная маркировка печатной платы?
29. Способы формирования контура печатной платы?

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты индивидуальных заданий

1. Требования, предъявляемые к сверлам для обработки отверстий ПП
2. Расчет диаметра сверла
3. Какие предельные отклонения толщин ПП соответствуют требованиям стандартов на материал основания конкретного вида
4. Каковы предельные отклонения диаметров отверстий для материалов основания конкретного вида
5. Основные проблемы при сверлении отверстий в ПП
6. Как рассчитать скорость резания
7. Как оценить необходимую силу подачи сверла, скорость его выхода и количество оборотов
8. Как оценить точность позиционирования сверлильного станка
9. Расчет температуры вершины сверла как параметра, определяющего качество монтажных и переходных отверстий при сверлении ПП
10. Дайте определение температуры стеклования и коэффициента температурного расширения
11. Какова зависимость коэффициента температурного расширения от формы стеклянных волокон армированного диэлектрика
12. Какова связь между температурой стеклования и коэффициентом температурного расширения
13. Как определить величину расширения материала при изменении температуры от комнатной до температуры стеклования
14. Как рассчитать изменение толщины ПП при изменении изменении температуры от комнатной до температуры стеклования
15. Как рассчитать изменение толщины ПП при изменении изменении температуры от температуры стеклования до температуры пайки
16. Дайте определение металлизации и объясните почему она является сдерживающим фактором расширения ПП в области монтажных и переходных отверстий

Согласована на портале № 83842

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. Индивидуальное задание № 1 «Операция сверления материала печатной платы» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 1: 1) толщина стеклотекстолита FR 4 (мм) и Tg: 2,5; FR 4 130°C; 2) класс точности ПП: 2; 3; 3) диаметр отверстий: 0,1; 1,2.
2. Индивидуальное задание № 1 «Операция сверления материала печатной платы» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 2: 1) толщина стеклотекстолита FR 4 (мм) и Tg: 3,5; FR 4120°C; 2) класс точности ПП: 1; 2; 3) диаметр отверстий: 0,2; 3,0.
3. Индивидуальное задание № 1 «Операция сверления материала печатной платы» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 3: 1) толщина стеклотекстолита FR 4 (мм) и Tg: 1,5; FR 4 100°C; 2) класс точности ПП: 3; 1; 3) диаметр отверстий: 0,15; 2,0.
4. Индивидуальное задание № 2 «Расчет изменения толщины материала ПП при воздействии температуры» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 1: 1) материал ПП: FR4084R; 2) толщина МПП по диэлектрику (h) мм: 2,1-4,2; 3) температура стеклования °С: 135; 4) коэффициент термического расширения материала по оси z до темп-ры стеклования Tg: 70; 5) коэффициент термического расширения материала по оси z после темп-ры стеклования Tg: 300; 6) температура пайки Тп, °С: 225; 7) Тком, С : 25.
5. Индивидуальное задание № 2 «Расчет изменения толщины материала ПП при воздействии температуры» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 1: 1) материал ПП: FR4IS415; 2) толщина МПП по диэлектрику (h) мм: 3,5-7,0; 3) температура стеклования °С: 170; 4) коэффициент термического расширения материала по оси z до темп-ры стеклования Tg: 55; 5) коэффициент термического расширения материала по оси z после темп-ры стеклования Tg: 265; 6) температура пайки Тп, °С: 240; 7) Тком, С : 25.
6. Индивидуальное задание № 2 «Расчет изменения толщины материала ПП при воздействии температуры» выполняется при следующих заданных параметрах: Вариант 1: 1) материал ПП: FR5; 2) толщина МПП по диэлектрику (h) мм: 2,4-4,8; 3) температура стеклования °С: 150; 4) коэффициент термического расширения материала по оси z до темп-ры стеклования Tg: 48; 5) коэффициент термического расширения материала по оси z после темп-ры стеклования Tg: 240; 6) температура пайки Тп, °С: 235; 7) Тком, С : 25.

9.1.5. Примерный перечень вопросов для защиты лабораторных работ

1. В чем состоит сущность электрохимического способа осаждения
2. Какие превращения происходят в электроаналитической ванне?
3. Сформулируйте законы Фарадея
4. Дайте определение числа Фарадея
5. Дайте определение химического эквивалента вещества
6. Как рассчитать массу, выделившегося при электролизе металла
7. Чем определяется структура осажденных пленок
8. Каково влияние примесей металлов на структуру осажденной пленки
9. Какова роль сернокислых солей в формировании пленки
10. Как и почему температура электролита влияет на структуру пленки
11. Как и почему плотность тока влияет на структуру пленки
12. Каковы требования к подготовке поверхности образца
13. Укажите рабочий диапазон длин волн актиничного излучения для фоторезистов, электронорезистов , рентгенорезистов
14. Назовите основные компоненты фоторезистов
15. Приведите основные критерии, характеризующие фоторезисты
16. Опишите методы формирования фоторезистивных покрытий
17. Сформулируйте закон взаимозаместимости
18. Изложите последовательность операций химического негативного метода изготовления ОПП
19. Изложите последовательность операций химического позитивного метода изготовления ОПП
20. Приведите основные травители, применяемые при производстве ПП и рассмотрите

Согласована на портале № 83842

критерии их выбора
21. Объясните влияние дифракции на качество формируемых изображений
22. Приведите классификацию по группам испытаний, представленных в стандарте ГОСТ Р МЭК 61189 -2-2012
23. Приведите факторы, способствующие деформации фольгированного материала основания
24. Назовите факторы, ведущие к деформации фольгированного материала основания при неправильном проектировании печатной платы?
25. Что может стать причиной возникновения деформаций при обработке заготовки жесткой печатной платы?
26. Приведите методы устранения деформаций на этапе проектирования ПП
27. Приведите методы устранения деформаций на этапе проектирования ПП
28. Приведите методы устранения деформаций на этапе изготовления ПП

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование электрохимического процесса осаждения пленок
2. Фотолитография – основной способ формирования топологической структуры печатных плат
3. Определение и расчет деформаций жестких печатных плат

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе / электронном журнале по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения

Согласована на портале № 83842

С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;

– в печатной форме с увеличенным шрифтом;

– в форме электронного документа;

– методом чтения ассистентом задания вслух;

– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;

– набор ответов на компьютере;

– набор ответов с использованием услуг ассистента;

– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в форме электронного документа;

– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 83842

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры приборостроения и наноэлектроники
протокол № 5 от «21» 1 2025 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий каф. обеспечивающей ПиН СФц	А.А. Левицкий	
Заведующий каф. выпускающей КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	
Начальник учебного управления ТУСУР	И.А. Лариошина	

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. КУДР ТУСУР	С.А. Артищев	
Доцент, каф. КУДР ТУСУР	Е.И. Тренкаль	

РАЗРАБОТАНО:

Старший преподаватель каф. ПиН СФУ	Н.П. Томилина	

Согласована на портале № 83842