МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В.
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **28.03.01 Нанотехнологии и микросистемная техника**
Направленность (профиль) / специализация: **Нанотехнологии в электронике и микросистемной технике**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **Факультет электронной техники (ФЭТ)**
Кафедра: **физической электроники (ФЭ)**
Курс: **3, 4**
Семестр: **6, 7**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	7 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	28		28	часов
Практические занятия	14		14	часов
Лабораторные занятия	16		16	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	16		16	часов
Курсовой проект		18	18	часов
в т.ч. в форме практической подготовки		18	18	часов
Самостоятельная работа	50	54	104	часов
Подготовка и сдача экзамена	36		36	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	144	72	216	часов
	4	2	6	з.е.

Формы промежуточной аттестации	Семестр
Экзамен	6
Курсовой проект	7

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В.
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 69972

СВЕДЕНИЯ ОБ АКТУАЛИЗАЦИИ

Содержание рабочей программы было актуализировано в следующих разделах:

Рабочая программа актуализирована в рамках выполнения проекта “Развитие механизмов опережающей подготовки инженерных кадров для ракетно-космической отрасли”.

Содержание рабочей программы актуализировано в следующих разделах настоящей рабочей программы:

1. Актуализированы методические указания по выполнению курсового проекта.
2. В заданиях к курсовому проекту добавлены пункты посвященные разработке конструкторской документации на разрабатываемые гибридные интегральные микросхемы. Включение данных пунктов позволит студентам приобрести дополнительные компетенции в области проектирования и конструирования гибридных интегральных микросхем и микросборок, широко применяемых в силовой аппаратуре ракетно-космической отрасли.
3. Актуализирована рекомендуемая литература. Добавлены современные учебные пособия, а также методические пособия по разработке и оформлению конструкторской и технологической документации.

Актуализированная рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ, протокол № 179 от «25» 05 2026 г.

Согласована на портале № 69972

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Приобретение теоретических и практических навыков необходимых при проектировании изделий микроэлектроники и микросистемной техники.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучить конструктивные особенности элементов гибридных интегральных схем, а также элементов микросистемной техники.
2. Изучить основные этапы, а также набор конструкторской документации при проектировании гибридных интегральных схем, а также элементов микросистемной техники.
3. Изучить материалы, применяемые при изготовлении гибридных интегральных схем, а также элементов микросистемной техники.
4. Изучить базовое программное обеспечение, применяемое для расчета, проектирования и моделирования гибридных интегральных схем.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).
Часть блока дисциплин: Обязательная часть.
Модуль дисциплин: Модуль направления подготовки (special hard skills - SHS).
Индекс дисциплины: Б1.О.03.08.
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		
ОПК-7. Способен проектировать и сопровождать производство технических объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	ОПК-7.1. Знает программы и средства автоматизированного проектирования в области нанотехнологий и микросистемной техники	Знает основные программы автоматизированного проектирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ОПК-7.2. Умеет выбирать средства автоматизированного проектирования при решении профессиональных задач	Умеет проводить обоснованный выбор средств автоматизированного проектирования при разработке приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ОПК-7.3. Владеет навыками проектирования объектов, систем и процессов в области нанотехнологий и микросистемной техники	Владеет базовыми навыками проектирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
Профессиональные компетенции		

Согласована на портале № 69972

ПК-5. Способен проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектов	ПК-5.1. Знает методы оценки эффективности технологических процессов	Знает базовые технологические процессы изготовления приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники, а также методику их выбора на основе технико-экономического обоснования
	ПК-5.2. Умеет составлять бизнес-план технического проекта	Умеет составлять технико-экономическое обоснование технологического процесса изготовления приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-5.3. Владеет методами рационализации технологических процессов	Владеет методами рационализации технологических процессов изготовления приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
ПК-6. Готов рассчитывать и проектировать компоненты нано- и микросистемной техники	ПК-6.1. Знает основные методики проектирования и расчета компонентов нано- и микросистемной техники	Знает базовые методики расчета и проектирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-6.2. Умеет рассчитывать параметры компонентов нано- и микросистемной техники	Умеет рассчитывать параметры приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-6.3. Владеет навыками работы в прикладных программах для расчета и проектирования компонентов нано- и микросистемной техники	Владеет базовыми навыками работы в прикладном программном обеспечении для расчета и проектирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
ПК-8. Готов разрабатывать проектно-конструкторскую документацию в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и других нормативных документов	ПК-8.1. Знает нормативные документы проектноконструкторской деятельности	Знает перечень нормативных документов для проектно-конструкторской документации на приборы и устройства микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-8.2. Умеет разрабатывать основные составляющие проектноконструкторской документации	Умеет разрабатывать проектно-конструкторскую документацию на приборы и устройства микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-8.3. Владеет навыками работы в программах по разработке проектно-конструкторской документациике	Владеет практическими навыками работы с программным обеспечением для разработки проектно-конструкторской документации на приборы и устройства микроэлектроники и микросистемной техники

Согласована на портале № 69972

ПК-9. Способен владеть современными методами расчета и проектирования изделий микро- и наноэлектроники и микросистемной техники, изготовленных с применением нанотехнологий, способностью к восприятию, разработке и критической оценке новых способов их проектирования	ПК-9.1. Знает принципы проектирования изделий микро- и наносистемной техники	Знает базовые принципы проектирования и конструирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-9.2. Умеет рассчитывать параметры и характеристики приборов и устройств микро- и наносистемной техники	Умеет рассчитывать основные параметры и характеристики приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники
	ПК-9.3. Владеет навыками работы в прикладных программах для расчета и проектирования устройств микро- и наносистемной техники	Владеет базовыми навыками работы в прикладных программах для расчета и проектирования приборов и устройств микроэлектроники и микросистемной техники

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 6 зачетных единиц, 216 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	7 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	76	58	18
Лекционные занятия	28	28	
Практические занятия	14	14	
Лабораторные занятия	16	16	
Курсовой проект	18		18
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	104	50	54
Подготовка к тестированию	14	14	
Подготовка к контрольной работе	12	12	
Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	24	24	
Написание отчета по курсовому проекту	54		54
Подготовка и сдача экзамена	36	36	
Общая трудоемкость (в часах)	216	144	72
Общая трудоемкость (в з.е.)	6	4	2

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

Согласована на портале № 69972

Названия разделов (тем) дисциплины	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Лаб. раб.	Курс. пр.	Сам. раб., ч	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
6 семестр							
1 Введение	2	-	-	-	2	4	ОПК-7
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	4	8	12	-	22	46	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	6	6	4	-	20	36	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
4 Конструкция и расчет элементов толстопленочных гибридных микросхем	6	-	-	-	2	8	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
5 Проектирование топологии толстопленочных микросхем	6	-	-	-	2	8	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
6 Конструкции элементов микросистем	4	-	-	-	2	6	ОПК-7, ПК-6
Итого за семестр	28	14	16	0	50	108	
7 семестр							
7 Курсовой проект	-	-	-	18	54	72	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	0	0	0	18	54	72	
Итого	28	14	16	18	104	180	

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 Введение	Основные проблемы и задачи курса. Классификация микросхем по функциональным, структурным и конструкторско-технологическим признакам. Система условных обозначений микросхем. Маркировка.	2	ОПК-7
	Итого	2	
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	Типы подложек. Конструкции и расчет тонкопленочных резисторов. Конструкции и расчет тонкопленочных конденсаторов. Конструкции и расчет тонкопленочных индуктивностей. Расчет пленочных проводников и контактных площадок. Конструкции навесных компонентов. Конструкции и расчет СВЧ ГИС. Конструкции и расчет элементов толстопленочных ИС.	4	ОПК-7, ПК-6
	Итого	4	

Согласована на портале № 69972

3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	Особенности топологии тонкопленочных гибридных ИС и этапы ее расчета и проектирования. Паразитные связи в гибридных микросхемах. Расчет теплового режима гибридной микросхемы. Расчет зон теплового влияния. Герметизация ИМС. Требования к герметизации. Типы корпусов. Разварка корпуса. Способы разварки. Герметизация корпусов, способы. Контроль герметизации корпусов. Конструкторская документация. Программное обеспечение для проектирования и расчета топологии тонкопленочных микросхем	6	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
4 Конструкция и расчет элементов толстопленочных гибридных микросхем	Типы подложек толстопленочных гибридных микросхем. Конструкции и расчет толстопленочных резисторов. Конструкции и расчет толстопленочных конденсаторов. Расчет пленочных проводников и контактных площадок. Конструкции навесных компонентов.	6	ОПК-7, ПК-6
	Итого	6	
5 Проектирование топологии толстопленочных микросхем	Особенности топологии толстопленочных гибридных ИС и этапы ее проектирования. Подгонка номиналов элементов. Расчет теплового режима гибридной микросхемы. Расчет зон теплового влияния. Герметизация ИМС. Требования к герметизации. Типы корпусов. Разварка корпуса. Способы разварки. Герметизация корпусов, способы. Контроль герметизации корпусов. Конструкторская документация. Программное обеспечение для проектирования и расчета топологии толстопленочных микросхем.	6	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
6 Конструкции элементов микросистем	Микроэлектромеханические системы (МЭМС). Фотонные кристаллы. Датчики. Сенсоры. Биочипы. Биореакторы. «Лаборатория на кристалле».	4	ОПК-7, ПК-6
	Итого	4	
Итого за семестр		28	
7 семестр			
7 Курсовой проект	Проектирование и расчет топологии полупроводниковых и гибридных микросхем. Корпусирование. Разварка выводов. Герметизация. Способы контроля герметичности корпусов.	-	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	-	
Итого за семестр		-	

Согласована на портале № 69972

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
6 семестр			
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	Расчет конструкции тонкопленочных резисторов	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Расчет конструкции тонкопленочных конденсаторов	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	8	
3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	Расчет паразитных связей в гибридных микросхемах	2	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Расчет тепловых режимов элементов гибридных микросхем	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	6	
Итого за семестр		14	
Итого		14	

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			
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	Исследование конструкции тонкопленочных конденсаторов	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Исследование конструкции тонкопленочных резисторов	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Определение параметров тонких пленок	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	12	
3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	Исследование топологии гибридных интегральных схем	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
	Итого	4	
Итого за семестр		16	
Итого		16	

5.5. Курсовой проект

Содержание, трудоемкость контактной аудиторной работы и формируемые компетенции в рамках выполнения курсового проекта представлены в таблице 5.5.

Таблица 5.5 – Содержание контактной аудиторной работы и ее трудоемкость

Содержание контактной аудиторной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции

Согласована на портале № 69972

7 семестр		
Анализ схемы.	2	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Создания предварительной проектно-конструкторской документации: разработка коммутационной схемы, предварительного топологического чертежа. Предварительный расчет площади платы, выбор типоразмера платы, выбор корпуса и способа монтажа платы в корпус.	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Оптимизация топологического чертежа и составление полного комплекта проектно-конструкторской документации. Оформление пояснительной записки с учетом ОСТ ТУСУР.	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Расчет тонкопленочных элементов гибридной микросхемы. Выбор навесных элементов.	4	ОПК-7, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Проведение контрольно-проверочного расчета. Расчет теплового режима и зон теплового влияния	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9
Итого за семестр	18	
Итого	18	

Примерная тематика курсовых проектов:

1. Проектирование микросхемы К237УЛ3
2. Проектирование микросхемы К2УС2412
3. Проектирование микросхемы К237ХА5
4. Проектирование микросхемы К237ХА3
5. Проектирование микросхемы К237ХА1

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				
1 Введение	Подготовка к тестированию	2	ОПК-7	Тестирование
	Итого	2		
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	Подготовка к тестированию	4	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Лабораторная работа
	Итого	22		

Согласована на портале № 69972

3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	Подготовка к тестированию	2	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	6	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Контрольная работа
	Подготовка к лабораторной работе, написание отчета	12	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Лабораторная работа
	Итого	20		
4 Конструкция и расчет элементов толстопленочных гибридных микросхем	Подготовка к тестированию	2	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование
	Итого	2		
5 Проектирование топологии толстопленочных микросхем	Подготовка к тестированию	2	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование
	Итого	2		
6 Конструкции элементов микросистем	Подготовка к тестированию	2	ОПК-7, ПК-6	Тестирование
	Итого	2		
Итого за семестр		50		
	Подготовка и сдача экзамена	36		Экзамен
7 семестр				
7 Курсовой проект	Написание отчета по курсовому проекту	54	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Курсовой проект, Отчет по курсовому проекту
	Итого	54		
Итого за семестр		54		
Итого		140		

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.	Курс. пр.	Сам. раб.	
ОПК-7	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-5	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-6	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

Согласована на портале № 69972

ПК-8	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен
ПК-9	+	+	+	+	+	Контрольная работа, Курсовой проект, Лабораторная работа, Отчет по курсовому проекту, Тестирование, Экзамен

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				
Контрольная работа	10	10	10	30
Лабораторная работа	0	10	10	20
Тестирование	5	5	10	20
Экзамен				30
Итого максимум за период	15	25	30	100
Нарастающим итогом	15	40	70	100

Балльные оценки для курсового проекта представлены в таблице 6.1.1.

Таблица 6.1.1 – Балльные оценки для курсового проекта

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
7 семестр				
Отчет по курсовому проекту	20	20	60	100
Итого максимум за период	20	20	60	100
Нарастающим итогом	20	40	100	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

Согласована на портале № 69972

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

7.1. Основная литература

1. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебное пособие / А. А. Жигальский - 2025. 201 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11209.

2. Конструкторско-технологическое обеспечение производства изделий микроэлектроники и микросистемной техники: учебное пособие / И. Ф. Гарипов, Ю. С. Жидик - 2023. 148 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/10862.

3. Технология и конструкции микросхем, микропроцессоров и микросборок : Учебник для вузов / Л. А. Коледов. - М. : Радио и связь, 1989. - 400 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 48 экз.).

7.2. Дополнительная литература

1. Справочное пособие по конструированию микросхем : справочное издание / Э. А. Матсон, Д. М. Крыжановский. - Минск : Вышэйшая школа, 1982. - 224 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 51 экз.).

2. Конструкции и технология микросхем : Учебное пособие для вузов / Э. А. Матсон. - Минск : Вышэйшая школа, 1985. - 206 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 49 экз.).

3. Терехов, А. И. Технологические основы изготовления интегральных микросхем : учебное пособие / А. И. Терехов, И. А. Тихомирова. — Иваново : ИГЭУ, 2018. — 116 с [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/154591.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебно-методическое пособие по практическим занятиям и самостоятельной работе студентов / А. А. Жигальский - 2025. 40 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11212.

2. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ / Т. И. Данилина, Ю. В. Сахаров - 2025. 36 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11210.

3. Проектирование электронной компонентной базы микроэлектроники и микросистемной техники: Методические указания по выполнению курсового проекта для студентов технических вузов / Ю. В. Сахаров, И. Ф. Гарипов - 2026. 25 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/11366.

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:

Согласована на портале № 69972

– 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 открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

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 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 курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU;
- Проектор Benq;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.3. Материально-техническое и программное обеспечение для лабораторных работ

Лаборатория технологии интегральных схем: учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 116 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Установка вакуумного напыления УРМ-3 (2 шт.);
- Установка вакуумного напыления УВН-2М-1;
- Установка вакуумного напыления ВУП-5;
- Насос Вакуумный 2 НВР-5ДМ;
- Вакуумметр ВИТ-2;
- Источник питания УИП-2 (2 шт.);
- Измеритель иммитанса Е7-20;
- Источник питания HY 3003;
- Микроскоп ММУ-3;
- Микроскоп МИИ-4;
- Микроскоп МБС-9;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.4. Материально-техническое и программное обеспечение для курсового проекта

Согласована на портале № 69972

Учебная аудитория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ), помещение для проведения групповых и индивидуальных консультаций, помещение для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации; 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 222 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Компьютер Intel(R) Core (TM)2 CPU;
- Проектор Benq;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

8.5. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 101 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 107 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 130 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

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

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.6. 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.

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.

Согласована на портале № 69972

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Введение	ОПК-7	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
2 Конструкция и расчет элементов тонкопленочных гибридных микросхем	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
3 Проектирование топологии тонкопленочных гибридных микросхем	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Лабораторная работа	Темы лабораторных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
4 Конструкция и расчет элементов толстопленочных гибридных микросхем	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
5 Проектирование топологии толстопленочных микросхем	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
6 Конструкции элементов микросистем	ОПК-7, ПК-6	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
		Экзамен	Перечень экзаменационных вопросов
7 Курсовой проект	ОПК-7, ПК-5, ПК-6, ПК-8, ПК-9	Отчет по курсовому проекту	Примерный перечень тематик курсовых проектов

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

Согласована на портале № 69972

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
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 из резистивных материалов применяются при изготовлении высокоомных резисторов?
   а) керметы

Согласована на портале № 69972

б) сплавы
в) чистые металлы

2. Какому классу чистоты должны соответствовать подложки, применяемые в тонкопленочной технологии?
   а) 14
   б) 10
   в) 8
3. Какие из резистивных материалов не применяется при изготовлении термостабильных резисторов?
   а) керметы
   б) сплавы
   в) чистые металлы
4. Если шаг координатографа 1 мм, а масштаб 10:1, то какой будет топологическая ширина резистора, если bтехн=300 мкм, bточн=305 мкм, bр=350 мкм?
   а) 350 мкм
   б) 300 мкм
   в) 400 мкм
5. С определения какого параметра начинается расчет резистора с коэффициентом формы 10>Кф>1?
   а) с расчета ширины резистора, b
   б) с расчета длины резистора, l
   в) с расчета мощности резистора, P
6. При плавной подгонке сопротивления какой из надрезов обеспечивает «грубую»/ «плавную» подгонку?
   а) вдоль/поперек
   б) поперек/вдоль
   в) под углом
7. Максимальная толщина диэлектрической пленки для тонкопленочных конденсаторов составляет?
   а) 1 мкм
   б) 0,1 мкм
   в) 10 мкм
8. Какому классу чистоты должны соответствовать подложки, применяемые в полупроводниковых ИМС?
   а) 14
   б) 10
   в) 8
9. Какие виды изоляции относятся к комбинированному способу?
   а) изопланарная технология
   б) полипланарная технология
   в) эпипланарная технология
   г) декаль метод
   д) метод балочных выводов
   е) коллекторная изолирующая диффузия
10. Какая из операций по формированию полупроводниковой ИМС выполняется самой первой, при условии использования подложки с эпитаксиальным слоем?
    а) формирование изолированных областей
    б) формирование базы транзисторов
    в) формирование эмиттеров транзисторов
    г) формирование защитного слоя
    д) формирование металлизации

9.1.2. Перечень экзаменационных вопросов

1. Подложки ГИС. Назначение. Требования к материалу подложек. Материалы подложек ГИС.
2. Материалы пленок тонкопленочных ИМС.

Согласована на портале № 69972

3. Конфигурации тонкопленочных резисторов. Расчет конструкции тонкопленочных резисторов.
4. Конструкции тонкопленочных резисторов с подгонкой сопротивления.
5. Конструкции пленочных конденсаторов. Ограничения при проектировании пленочных конденсаторов. Расчет пленочного конденсатора.
6. Конструкции подгоняемых тонкопленочных конденсаторов. Материалы тонкопленочных конденсаторов. Требования к материалам тонкопленочных конденсаторов.
7. Конструкции пленочных индуктивностей. Номиналы индуктивностей. Способы повышения номиналов индуктивностей.
8. Конструкции тонкопленочных распределенных RC-структур.
9. Навесные элементы ГИС.
10. Особенности проектирования СВЧ ГИС. Элементы СВЧ ГИС.
11. Характеристика основных этапов проектирования топологии.
12. Основные технологические операции изготовления толстопленочных гибридных микросхем.
13. Расчет конструкции толстопленочных резисторов.
14. Основные этапы теплового расчета ГИС. Зоны теплового влияния. Расчет зон теплового влияния.
15. Герметизация ИМС. Требования к герметизации. Типы корпусов.
16. Корпуса. Разварка корпуса. Способы разварки.
17. Корпуса. Герметизация корпусов сваркой.
18. Корпуса. Герметизация корпуса пайкой.
19. Корпуса. Бескорусная герметизация. Герметизация пластмассой.
20. Корпуса. Контроль герметизации корпусов.
21. Подложки полупроводниковых ИМС. Система условных обозначений полупроводниковых пластин.
22. Диэлектрические подложки полупроводниковых ИМС. Основные требования предъявляемые к материалу подложек. Система условных обозначений. Материалы для подложек.
23. Виды элементов, реализуемых в полупроводниковой технологии и способы их создания.
24. Интегральные транзисторы n-p-n. Конструкция, с указанием глубин залегания диффузионных областей. Этапы создания диффузионных областей транзистора, требования к их концентрации и размерам областей.
25. Интегральные транзисторы p-n-p. Конструкции p-n-p транзисторов. Основные недостатки p-n-p транзисторов и способы их устранения.
26. Многоэмиттерные транзисторы n-p-n. Конструкции, назначение. Основные проблемы при конструировании и способы их устранения.
27. Многоколлекторные транзисторы n-p-n. Конструкции, назначение, Основные проблемы при конструировании и способы их устранения.
28. Интегральная инжекционная логика И2Л с горизонтальным и вертикальным инжектором. Основные достоинства. Назначение.
29. Инжекционно-полевая логика ИПЛ.
30. Интегральные диоды. Конструкции. Проблемы при создании интегральных диодов и способы их решения. Параметры диодов при различных конструкциях.
31. Диоды Шотки. Технологические трудности при создании диодов Шоттки и способы их решения. Материалы, используемые при изготовлении диодов Шоттки.
32. Транзисторы с диодами Шотки. Конструкции, назначение.
33. Интегральные резисторы. Конструкции, параметры.
34. Интегральные конденсаторы. Конструкции, параметры.
35. Методы изоляции элементов ИМС. Диодная изоляция.
36. Методы изоляции элементов ИМС. Коллекторная изолирующая диффузия.
37. Методы изоляции элементов ИМС. Базовая изолирующая диффузия.
38. Методы изоляции элементов ИМС. Метод самоизоляции n-областью.
39. Методы изоляции элементов ИМС. Изоляция тонкой пленкой диэлектрика.
40. Методы изоляции элементов ИМС. Декаль-метод.
41. Методы изоляции элементов ИМС. Метод балочных выводов.
42. Методы изоляции элементов ИМС. Метод кремний на сапфире.

Согласована на портале № 69972

43. Методы изоляции элементов ИМС. Изопланар.
44. Методы изоляции элементов ИМС. Полипланар.
45. Разработка топологии ИМС. Правила проектирования изолированных областей.
46. Разработка топологии ИМС. Правила размещения элементов ИМС на площади кристалла.
47. Интегральные микросхемы на МДП-транзисторах. Типы МДП-транзисторов. Комплементарная пара.
48. Запоминающие устройства на МДП-транзисторах.
49. Базовый матричный кристалл.

9.1.3. Примерный перечень вопросов для защиты курсового проекта

1. Анализ схемы. Назначение микросхемы, ее электрические параметры и условия эксплуатации. Расшифровка маркировки.
2. Методика проектирования и расчета элементов ИМС присутствующих в схеме.
3. Конструктивные и технологические ограничения при проектировании.
4. Методика теплового расчета и паразитных связей.
5. Выбор навесных компонентов.

9.1.4. Примерный перечень тематик курсовых проектов

1. Проектирование микросхемы К237УЛ3
2. Проектирование микросхемы К2УС2412
3. Проектирование микросхемы К237ХА5
4. Проектирование микросхемы К237ХА3
5. Проектирование микросхемы К237ХА1

9.1.5. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. **Вариант 1**. Рассчитать размеры тонкопленочных резисторов. $\gamma_{\rho s}$=2% , $\gamma_{Rст}$=1%, $\gamma_{Rк}$=1%.

Резистор	Номинал, Ом	Допуск, %	Мощность рассеяния, мВт	Диапазон температур, °С	Шаг координатной сетки, мм	Метод изготовления/ масштаб
R1	600	10	10	-60 ÷ +55	0.5	Ф
R2	10000	10	15			Масштаб
R3	125000	15	10			10:1

2. **Вариант 9**. Рассчитать размеры тонкопленочных резисторов. $\gamma_{\rho s}$=2% , $\gamma_{Rст}$=1%, $\gamma_{Rк}$=1%.

Резистор	Номинал, Ом	Допуск, %	Мощность рассеяния, мВт	Диапазон температур, °С	Шаг координатной сетки, мм	Метод изготовления/ масштаб
R1	800	7	10	-30 ÷ +99	0.5	Ф
R2	5500	7	25			Масштаб
R3	80000	15	15			10:1

3. **Вариант 1**. Рассчитать размеры тонкопленочных конденсаторов. γ_{C0}=4% , $\gamma_{Cст}$=1%,

	Номинал, пФ	Частота, МГц	Допуск, %	Рабочее напряжение В	Диапазон температур, °С	Шаг координатной сетки, мм	Метод изготовления/ масштаб
C1	80	5	15	10	-60 ÷ +70	1	М
C2	240		15	10			Масштаб
C3	650		15	15			10:1

4. **Вариант 10**. Рассчитать размеры тонкопленочных конденсаторов. γ_{C0}=4% , $\gamma_{Cст}$=1%,

	Номинал, пФ	Частота, МГц	Допуск, %	Рабочее напряжение В	Диапазон температур, °С	Шаг координатной сетки, мм	Метод изготовления/ масштаб
C1	1200	1	15	10	-60 ÷ +85	1	М
C2	1600		15	15			Масштаб
C3	2000		15	15			10:1

Согласована на портале № 69972

5. **Вариант №1** Произвести тепловой расчет и рассчитать зоны теплового влияния для следующих элементов:

Элемент	l, мм	b, мм	Рэ, мВт	Rт внут, град/Вт	Tmax,°C
R1	1,5	0,6	15		125
R2	2	0,8	10		125
R3	0,8	1,7	15		125
R4	1,1	0,5	15		125
VT1	1	1	15	600	85

Элементы размещены на плате размером 10х15 мм и толщиной 0,45 мм. Конструктивный вариант ИМС- **вариант 4** со следующими параметрами: $h_{к1}$=100 мкм, $h_{к2}$=500 мкм, $\lambda_{к1}$=0,5 Вт/(м*град), $\lambda_{к2}$=0,5 Вт/(м*град), $\lambda_{п}$=1,5 Вт/(м*град). Транзистор VT1 расположен на резисторе R2. Температура окружающей среды Токр.ср.=-60 ÷ +60°С. Результаты расчета привести в виде таблицы:

6. **Вариант №11** Произвести тепловой расчет и рассчитать зоны теплового влияния для следующих элементов:

Элемент	l, мм	b, мм	Рэ, мВт	Rт внут, град/Вт	Tmax,°C
R1	1,3	0,4	10		125
R2	1,8	0,6	15		125
R3	0,8	1,7	10		125
R4	1,1	0,5	25		125
VT1	1,1	1,1	18	720	85

Элементы размещены на плате размером 10х15 мм и толщиной 0,7 мм. Конструктивный вариант ИМС- **вариант 3** со следующими параметрами: $h_{к1}$=100 мкм, $h_{к2}$=100 мкм, $\lambda_{к1}$=0,5 Вт/(м*град), $\lambda_{к2}$=0,5 Вт/(м*град), $\lambda_{п}$=1,5 Вт/(м*град). Транзистор VT1 расположен на резисторе R1. Температура окружающей среды Токр.ср.=-60 ÷ +55°С. Результаты расчета привести в виде таблицы:

9.1.6. Темы лабораторных работ

1. Исследование конструкции тонкопленочных конденсаторов
2. Исследование конструкции тонкопленочных резисторов
3. Определение параметров тонких пленок
4. Исследование топологии гибридных интегральных схем

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.

Согласована на портале № 69972

Конспектирование студентами лекционного материала обязательно. Обязательным условие допуска к экзамену является выполнение и защита всех лабораторных работ, а также написание контрольных работ на положительную оценку. Уровень положительной оценки устанавливается преподавателем, но не может составлять менее 50 % от максимального количества баллов, предусмотренных за контрольную работу. При выполнении курсового проекта должны использоваться современные пакеты САПР.

При разработке комплекта конструкторской документации использовать ЕСКД. Из основополагающих нормативно-технических документов по разработке и обращению конструкторской документации можно привести следующие:

• ГОСТ 2.001-2013 «ЕСКД. Общие положения».
• ГОСТ 2.101-2016 «ЕСКД. Виды изделий».
• ГОСТ 2.102-2013 «ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов».
• ГОСТ 2.103-2013 «ЕСКД. Стадии разработки».
• ГОСТ 2.201-80 «ЕСКД Обозначение изделий и конструкторских документов».
• ГОСТ 2.301-68 «ЕСКД. Форматы».
• ГОСТ 2.105-2019 «ЕСКД. Общие требования к текстовым документам».
• ГОСТ 2.106-2019 «ЕСКД. Текстовые документы»

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
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;

Согласована на портале № 69972

– 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 № 69972

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ФЭ
протокол № 140 от «31» 1 2023 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Заведующий обеспечивающей каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820
Начальник учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73

ЭКСПЕРТЫ:

Доцент, каф. ФЭ	В.В. Каранский	Согласовано, c2e55ae8-0332-4ed9-a65a-afbb92539ee8
Заведующий кафедрой, каф. ФЭ	П.Е. Троян	Согласовано, 1c6cfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ФЭ	Ю.В. Сахаров	Разработано, dd1f7cbe-1ce6-48e6-b40d-074633a5bd8a

Согласована на портале № 69972