



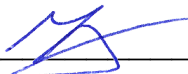
**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана факультета

фундаментальной и прикладной  
информатики



Т.А. Ширабакина

« 31 » 08 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Основы конструирования электронных средств

*(наименование вида и типа практики)*

ОПОП ВО 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств»

*шифр и наименование направления подготовки (специальности)*

Направленность (профиль, специализация) «Проектирование и технология

электронных средств»

*наименование направленности (профиля, специализации)*

форма обучения

очная

*(очная, очно-заочная, заочная)*


Курск – 2019

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование электронных средств на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 «29» 03 2019г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств" на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи № «17» 26.06 2019 г.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_  Андронов В.Г.

Разработчик программы  
к.т.н. \_\_\_\_\_  Брежнева Е.О.

*(ученая степень и ученое звание, Ф.И.О.)*

Директор научной библиотеки \_\_\_\_\_  Макаровская В.Г.

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.20 г. протокол № 18.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «29» 03 2019 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 27.08.21 г. протокол № 1.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств", одобренного Ученым советом университета протокол № 7 «25» 05 2020 г., на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи от 31.08.22 г. протокол № 1.

*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Лист 2 (продолжение)

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, одобренного Ученым советом университета протокол № 9 «25» 06 2021 г. на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, от 31.08.2023 г., протокол № 1  
*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ 

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, одобренного Ученым советом университета протокол №   «  »  20   г. на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_  
*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, одобренного Ученым советом университета протокол №   «  »  20   г. на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_  
*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, одобренного Ученым советом университета протокол №   «  »  20   г. на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_  
*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и рекомендована к применению в образовательном процессе на основании учебного плана направления подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, одобренного Ученым советом университета протокол №   «  »  20   г. на заседании кафедры космического приборостроения и систем связи, от \_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_\_  
*(наименование кафедры, дата, номер протокола)*

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

# **1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

## **1.1 Цель дисциплины**

Целью преподавания дисциплины является формирование у студентов знаний о методах конструирования электронных средств, обеспечивающих их функционирование в соответствии с требованиями надежности и условиями эксплуатации.

## **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- приобретение студентами познаний о классификации ЭС, условий эксплуатации ЭС, об основных проблемах проектирования конструкций ЭС;
- изучение и освоение принципов системного подхода при конструировании ЭС;
- изучение нормативной базы проектирования, стандартов и документооборота при проектировании ЭС;
- изучение процесса проектирования печатной платы;
- изучение уровней разукрупнения ЭС и особенностей их построения;
- изучение и освоение теории надежности ЭС и основ защиты ЭС от внешних воздействий.

## **1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 1.3 – Результаты обучения по дисциплине

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
ПК-7	Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-7.1 - Использует принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и иерархию ЭС;</li> <li>- применение методов теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- типовые конструкции ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методы проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием;</li> <li>- процесс проектирования и технологию изготовления печатных плат;</li> <li>- основы системного подхода в проектировании ЭС;</li> <li>- принципы построения расчетных моделей и исследования параметрической чувствительности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы построения расчетных моделей при проектировании узлов и блоков ЭС;</li> <li>- проводить исследования параметрической чувствительности при проектировании узлов и блоков ЭС;</li> <li>- применять методы системного анализа при проектировании ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования в конструировании ЭС;</li> <li>- навыками проектирования печатных плат;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> <li>- методами моделирования процессов механических воздействий на ЭС на основе применения стандартных пакетов автоматизированного исследования;</li> <li>- методами моделирования процессов тепловых воздействий на ЭС на основе применения стандартных пакетов автоматизированного исследования.</li> </ul>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
		ПК-7.2 - Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета экономических показателей проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- методы расчета показателей надежности проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методы расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчет показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> <li>- использовать методы основных законов естественнонаучных дисциплин в конструировании ЭС;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методикой расчета деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием с использованием средств АП;</li> <li>- методикой расчета показателей надежности проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС.</li> </ul>
		ПК-7.3 - Разрабатывает принципиальные и монтажные электрические схемы	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- классификацию и виды схем;</li> <li>- схемную конструкторскую документацию;</li> <li>- факторы, воздействующие на параметры ЭС;</li> <li>- основы монтажа компонентов ЭС;</li> <li>- стандартные пакеты автоматизированного проектирования ЭС;</li> <li>- ЕСКД: состав, нормативные документы, требования, правила оформления конструкторской документации.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать элементную базу с учетом воздействующих факторов;</li> <li>- оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств выполнения изображений и чертежей;</li> <li>- составлять описание принципиальной электрической схемы и перечень элементов;</li> </ul>

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать систему автоматизированного проектирования ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой сбора и анализа исходных данных для проектирование деталей, узлов и модулей;</li> <li>- навыками чтения и анализа принципиальных и монтажных электрических схем;</li> <li>- навыками разработки электрических принципиальных схем с использованием система автоматизированного проектирования;</li> <li>- навыками оформления принципиальной и монтажной электрических схем в составе конструкторской документации с учетом требований ЕСКД.</li> </ul>
ПК-8	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК-8.1 - Анализирует техническое задание при разработке электронных блоков	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархию и классификацию, требования к ЭС;</li> <li>- элементную базу и внешние воздействия на ЭС;</li> <li>- основные требования к несущим конструкциям, конструкционные материалы, методы проектирования механизмов;</li> <li>- стадии разработки электронных средств.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ технической документации;</li> <li>- анализировать принципиальные электрические схемы и описание устройства;</li> <li>- анализировать существующие решения, осуществлять предварительный выбор вариантов решений, удовлетворяющих требованиям ТЗ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сбора и анализа научной информации, технической документации, требований к ЭС;</li> <li>- навыками модульного принципа проектирования;</li> <li>- навыками анализа технического задания на разработку ЭС;</li> <li>- методикой анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой проектирования деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием с использовани-</li> </ul>



<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами до- стижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			ем средств автоматизации проектирования.
		ПК-8.2 - Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации	<b>Знать:</b> - группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС; - требования и состав ЕСКД; - технологию разработки проектной документации законченных проектно-конструкторских работ; - технологию оформления законченных проектно-конструкторских работ; - технологию контроля соответствия разрабатываемых проектов стандартам; - порядок участия в разработке технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет); - порядок участия в разработке утвержденной отчетности по утвержденным формам. <b>Уметь:</b> - проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам; - проводить сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС; - находить и анализировать техническую документацию на ЭС. <b>Владеть:</b> - методами сбора и анализа нормативной, справочной и технической документации; - навыками составления перечня элементов электрической принципиальной схемы; - методикой проведения контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
		ПК-8.3 - Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами	<b>Знать:</b> - электронную конструкторскую документацию; - группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС; - виды и комплектность конструкторских документов; - стадии разработки электронных средств;

<i>Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)</i>		<i>Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной</i>	<i>Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотношенные с индикаторами достижения компетенций</i>
<i>код компетенции</i>	<i>наименование компетенции</i>		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- этапы выполнения работ по каждой стадии разработки электронных средств;</li> <li>- схемную конструкторскую документацию;</li> <li>- современные средства выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС;</li> <li>- современные средства редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС;</li> <li>- современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств редактирования изображений и чертежей;</li> <li>- использовать современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- использовать стандартные пакеты автоматизированного проектирования для моделирования конструкций ЭС;</li> <li>- разрабатывать техническую документацию законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- оформлять законченные проектно-конструкторские работы.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС;</li> <li>- современными средствами редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.</li> <li>- современными средствами подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> <li>- методикой проведения контроля соответствия разрабатываемых проектов стандартам;</li> <li>- методикой проведения контроля соответствия разрабатываемой технической документации техническим условиям.</li> </ul>

## 2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Основы конструирования электронных средств» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений (Б1.В.12), блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы бакалавриата 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, направленность (профиль) "Проектирование и технология электронных средств". Дисциплина изучается на 3 и 4 курсах в 5-7-м семестрах.

## 3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 10 зачётных единицы (з.е.), 360 академических часа.

Таблица 3.1 – Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоёмкость дисциплины	360
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	172
в том числе:	
лекции	86
лабораторные занятия	50, из них практическая подготовка – 15
практические занятия	36, из них практическая подготовка – 10
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	158,65
Контроль (подготовка к экзамену)	36
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АтКР)	0
в том числе:	
зачет	0,2
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	1,0
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	1,15

## 4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

### 4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
<b>5 семестр</b>		

1	Конструктивные уровни электронных средств	Иерархический принцип построения ЭС. Классификация ЭС. Методология проектирования. Принципы построения размерно-параметрических рядов типовых конструкций. Типовые конструкции ЭС. Универсальные типовые конструкции ЭС. Конструктивно-технологические особенности современных ЭС. Художественно-конструкторская оценка ЭС
2	Методологическая база проектирования ЭС	Системный подход к проектным исследованиям ЭС. Основы системного анализа. Вопросы проектирования конструкций и технологических процессов. Принципы построения расчетных моделей и исследования параметрической чувствительности.
3	Несущие конструкции ЭС и их эволюция	Основные требования к несущим конструкциям и механизмам ЭС. Конструкционные материалы несущих конструкций и механизмов ЭС. Методы проектирования механизмов.
4	Внешние воздействия на ЭС	Субъективные и объективные факторы, их влияние на работоспособность ЭС. Влияние температуры на работоспособность радиодеталей и радиокомпонентов. Влияние атмосферного давления на работоспособность ЭС. Влияние ядерной, космической и солнечной радиации на работоспособность радиодеталей и радиокомпонентов. Влияние влаги на работоспособность ЭС. Влияние механических воздействий на работоспособность ЭС.
5	Модели ЭС в задачах проектирования конструкций	Модели процессов и устройств в ЭС. Моделирование процессов на основе аналогии. Интерполяционные математические модели. Разработка модели – ключевой этап инженерного проектирования. Основы моделирования конструкций и технологических процессов производства ЭС. Математическое моделирование физических процессов ЭС. Моделирование размерных цепей.
6	Обеспечение тепловых и механических режимов ЭС и монтаж компонентов ЭС	Расчет тепловых режимов ЭС. Расчёт системы амортизации ЭС. Система амортизации с одной степенью свободы. Защита ЭС от воздействия влаги. Внутриблочный электрический монтаж. Жгуты и монтаж ЭС. Перспективы развития электрических соединений.
<b>6 семестр</b>		
7	Основные термины и определения теории надежности, характеристики надежности ЭС при внезапных отказах	Понятие надежности. Отказы и неисправности. Системы и элементы. Единичные показатели безотказности: вероятность безотказной работы, гамма-процентная наработка до первого отказа, интенсивность отказов, средняя наработка на отказ, параметр потока отказов. Зависимости между отдельными показателями надежности. Единичные показатели надежности. Единичные показатели восстанавливаемости. Комплексные показатели надежности ЭС. Рекомендации по выбору показателей надежности для различных ЭС.
8	Показатели надежности электронных средств	Показатели надежности невосстанавливаемых систем. Пуассоновский поток. Свойства простейшего потока. Показатели безотказности восстанавливаемых технических систем. Среднее время и вероятность восстановления работоспособного состояния. Показатели надежности восстанавливаемых систем. Единичные показатели восстанавливаемости. Комплексные показатели надежности

		ЭС. Рекомендации по выбору показателей надежности для различных электронных средств.
9	Анализ структурных схем надежности ЭС и резервирование ЭС	Основные сведения. Последовательная модель надежности. Параллельная модель надежности. Метод преобразования сложной логической структуры по базовому элементу. Методы резервирования. Общее резервирование. Поэлементное резервирование. Смешанное резервирование. Мажоритарное резервирование.
10	Методы расчета надежности ЭС и надежность восстанавливаемых ЭС	Основные положения. Классификация методов расчета. Методы расчета надежности по внезапным отказам при последовательном соединении элементов. Прикидочный расчет надежности. Ориентировочный расчет надежности. Окончательный расчет надежности. Восстанавливаемость как свойство надежности. Особенности расчета показателей надежности восстанавливаемых систем. Оценка надежности восстанавливаемых систем.
<b>7 семестр</b>		
11	Организация проектирования электронных средств	Стадии разработки электронных средств. Модульный принцип проектирования. ЕСКД. Схемная конструкторская документация. Электронная документация. Вопросы для контроля. Используемые источники.
12	Системы автоматизированного проектирования ЭС	Системы автоматизированного проектирования электронных устройств. Организация проектирования электронных средств. Системы автоматизированного проектирования ЭС. Схемотехническое проектирование в САПР.
13	Разработка и трассировка печатных плат ЭС	Нормативы. Типовой процесс разработки ПП. Последовательность конструирования платы. Трассировка печатных плат. Способы трассировки. Постановка задачи трассировки. Алгоритмы трассировки. Типичные ошибки конструирования.
14	Изготовление ПП и получение рисунка проводников	Изготовление фольгированного материала. Алюминиевые печатные платы. Обработка заготовки. Химический способ. Механический способ. Лазерная гравировка. Металлизация отверстий. Прессование многослойных плат. Нанесение покрытий. Механическая обработка. Монтаж компонентов. Установка компонентов. Пайка волной. Пайка в печах. Финишные покрытия. Тестирование и контроль.
15	Элементы расчёта и конструирования печатных плат	Элементы расчёта и конструирования печатных плат. Ёмкости элементов ПП. Ёмкости линий передачи. Погонная ёмкость микрополосковой линии. Погонная ёмкость полосковой линии. Ёмкость металлизированного отверстия. Ёмкость, образованная слоями питания. Индуктивность элементов ПП. Индуктивность проводника. Индуктивность замкнутого контура. Индуктивность металлизированных переходов. Индуктивность контура питания. Взаимодействие двух контуров на ПП. Влияние вихревых токов на индуктивность. Дифференциальные пары.
16	Файловый формат GERBER	Семейство форматов. Идеология формата Gerber. Принцип действия фотоплоттеров. Gerber с точки зрения файловой системы. Апертуры. Синтаксис. Система измерений и способ задания координат. Пример макроса апертуры – Термобарьер

Таблица 4.1.2 – Содержание дисциплины и ее методическое обеспечение

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятельности			Учебно-методические материалы	Формы текущего контроля (по неделям семестра)	Компетенции
		лек., час	№ лаб.	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	8	
<b>5 семестр</b>							
1.	Конструктивные уровни электронных средств	6	1	1	У-1,2,5,7, МУ-1(1), МУ-2(1) МУ-3	С3	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
2.	Методологическая база проектирования ЭС	6	2	1,2	У-1-7, МУ-1(2), МУ-2(1,2) МУ-3	С6, Т6	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
3.	Несущие конструкции ЭС и их эволюция	6	3	2,3	У-1-7, МУ-1(3), МУ-2(2,3) МУ-3	С9, Т9	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
4.	Внешние воздействия на ЭС	6	4	3	У-1-7, МУ-1(4), МУ-2(3) МУ-3	С12, Т12	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
5.	Модели ЭС в задачах проектирования конструкций	6	5	4	У-1-7, МУ-1(5), МУ-2(3) МУ-3	С15, ПЗ15	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
6.	Обеспечение тепловых и механических режимов ЭС и монтаж компонентов ЭС	6	6	4	У-1-7, МУ-1(6), МУ-2(3) МУ-3	С18, ПЗ18	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3

1	2	3	4	5	6	8	
<b>6 семестр</b>							
7.	Основные термины и определения теории надежности, характеристики надежности ЭС при внезапных отказах	2	7	-	У-1-7, МУ-1(7), МУ-3	С4	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
8.	Показатели надежности электронных средств	4	8	-	У-1-7, МУ-1(8), МУ-3	С8	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
9.	Анализ структурных схем надежности ЭС и резервирование ЭС	4	9	-	У-1-7, МУ-1(9), МУ-3	С12	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
10.	Методы расчета надежности ЭС и надежность восстанавливаемых ЭС	4	10	-	У-1-7, МУ-1(10), МУ-3	С18	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
<b>7 семестр</b>							
11.	Организация проектирования электронных средств	6	11	5	У-1-7, МУ-4(1), МУ-2(8), МУ-3	С3, ПЗ3	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
12.	Системы автоматизированного проектирования ЭС	6	12	5,6	У-1-7, МУ-4(2), МУ-2(7,8), МУ-3	С6, Т6	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
13.	Разработка и трассировка печатных плат ЭС	6	13	6	У-1-7, МУ-4(3), МУ-2(7), МУ-3	С9, ПЗ9	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
14.	Изготовление ПП и получение рисунка проводников	6	14	7	У-1-7, МУ-4(4), МУ-2(5), МУ-3	С12, ПЗ12	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3

1	2	3	4	5	6	8	
15.	Элементы расчёта и конструирования печатных плат	6	15	8	У-1-7, МУ-4(5), МУ-2(6) МУ-3	С15, ПЗ15, Т15	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3
16.	Файловый формат GERBER	6	15	8	У-1-7, МУ-4(5), МУ-2(6) МУ-3	С18, Т18	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3

С – собеседование, Т- тестирование

## 4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

Таблица 4.2.1 – Лабораторные работы

№	Наименование лабораторной работы	Объем, час
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>5 семестр</b>		
1	Изучение конструкции и топологии интегральных микросхем	3
2	Разработка эскиза общего вида и топологии печатной платы ручным способом	3
3	Разработка конструкции печатной платы	3
4	Расчет вибрационных характеристик печатной плат	3
5	Конструирование виброизоляции блоков ЭВС	3
6	Конструирование удароизоляции блоков ЭВС	3
Итого		18
<b>6 семестр</b>		
7	Расчет теплофизических характеристик тепловых режимов ЭВС	3
8	Выбор способа охлаждения	3
9	Оценка теплового режима ЭВС коэффициентным методом при воздушном охлаждении	3
10	Оценка показателей надежности ЭВС	5
Итого		14
<b>7 семестр</b>		
11	Библиотеки и компоненты	3, из них практическая подготовка – 3
12	Разработка и исследование схем устройств	3, из них практическая подготовка – 3
13	Разработка конструкции печатной платы в САПР	3, из них практическая подготовка – 3
14	Правила проектирования	3
15	Трассировка печатной платы	6, из них практическая подготовка – 6
Итого		18
Итого		50, из них практическая подготовка – 15



Таблица 4.2.2 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
<b>5 семестр</b>		
1.	Выбор электронных компонентов при проектировании электронных средств	4
2.	Разработка технического задания на электронное устройство	4
3.	Оформление перечня элементов схемы электрической принципиальной	4, из них практическая подготовка – 4
4.	Оформление схемы электрической принципиальной	6, из них практическая подготовка – 6
<b>7 семестр</b>		
5.	Изучение законов распределения случайных величин при анализе надежности электронных средств	4
6.	Расчет показателей надежности невосстанавливаемых электронных средств	4
7.	Разработка сборочного чертежа и спецификации на печатный узел	4
8.	Конструирование лицевой панели электронного блока	6
Итого		36, из них практическая подготовка – 10

### 4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>5 семестр</b>			
1.	Конструктивные уровни электронных средств	3 неделя	6
2.	Методологическая база проектирования ЭС	6 неделя	6
3.	Несущие конструкции ЭС и их эволюция	9 неделя	6
4.	Внешние воздействия на ЭС	12 неделя	6
5.	Модели ЭС в задачах проектирования конструкций	15 неделя	6
6.	Обеспечение тепловых и механических режимов ЭС и монтаж компонентов ЭС	18 неделя	5,9
Итого			35,9
<b>6 семестр</b>			
7.	Основные термины и определения теории надежности, характеристики надежности ЭС при внезапных отказах	4 неделя	20

1	2	3	4
8.	Показатели надежности электронных средств	8 неделя	20
9.	Анализ структурных схем надежности ЭС и резервирование ЭС	12 неделя	20
10.	Методы расчета надежности ЭС и надежность восстанавливаемых ЭС	18 неделя	19,9
Итого			79,9
<b>7 семестр</b>			
11.	Организация проектирования электронных средств	3 неделя	4
12.	Системы автоматизированного проектирования ЭС	6 неделя	4
13.	Разработка и трассировка печатных плат ЭС	9 неделя	3
14.	Изготовление ПП и получение рисунка проводников	12 неделя	3
15.	Элементы расчёта и конструирования печатных плат	15 неделя	3
16.	Файловый формат GERBER	18 неделя	5,85
17.	Выполнение курсовой работы	В течении семестра	20
Итого			42,85
Итого			158,65
Подготовка к экзамену			36

## 5 Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

*библиотекой университета:*

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;

- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

*кафедрой:*

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического
- и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.

- путем разработки:
    - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
    - вопросов к зачету, экзамену;
    - методических указаний к выполнению лабораторных работ, практических занятий, курсовому проектированию и т.д.
- типографией университета:*
- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
  - удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

## **6 Образовательные технологии. Практическая подготовка обучающихся. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины**

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
<b>5 семестр</b>			
1	Изучение конструкции и топологии интегральных микросхем	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
2	Разработка эскиза общего вида и топологии печатной платы ручным способом	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
3	Разработка конструкции печатной платы	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
4	Расчет вибрационных характеристик печатной плат	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
5	Конструирование виброизоляции блоков ЭВС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
6	Конструирование удароизоляции блоков ЭВС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	3
7	Выбор электронных компонентов при проектировании электронных средств	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	1
8	Разработка технического задания на электронное устройство	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	1
9	Оформление перечня элементов схемы электрической	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	1

	принципиальной	ситуаций	
10	Оформление схемы электрической принципиальной	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	1
	Итого		20
<b>6 семестр</b>			
11	Расчет теплофизических характеристик тепловых режимов ЭВС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
12	Выбор способа охлаждения	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
13	Оценка теплового режима ЭВС коэффициентным методом при воздушном охлаждении	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
14	Оценка показателей надежности ЭВС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
	Итого		8
<b>7 семестр</b>			
15	Организация проектирования электронных средств	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	
16	Системы автоматизированного проектирования ЭС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
17	Разработка и трассировка печатных плат ЭС	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
18	Изготовление ПП и получение рисунка проводников	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
19	Элементы расчёта и конструирования печатных плат	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
20	Файловый формат GERBER	Проблемный подход Разбор конкретных ситуаций	2
	Итого		12
Итого			40

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины осуществляется путем проведения практических и лабораторных занятий, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие практических навыков и компетенций по направленности (профилю, специализации) программы бакалавриата (специалитета).

Практическая подготовка обучающихся при реализации дисциплины организуется в модельных условиях (оборудованных в подразделениях университета (кафедра Космического приборостроения и систем связи).

Практическая подготовка обучающихся проводится в соответствии с положением П 02.181.

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование профессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

– целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки высокого профессионализма ученых их ответственности за результаты деятельности для человека и общества;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (проектное обучение, разбор конкретных ситуаций);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

## **7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы* формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
1	2	3	4
ПК-7	Архитектура и интерфейсы бортовых электронных комплексов	Архитектура и интерфейсы бортовых электронных комплексов Промышленные контроллеры и встраиваемые микропроцессорные системы Электромагнитная совместимость электронных средств Основы конструирования электронных средств Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика	Основы конструирования электронных средств Производственная преддипломная практика
ПК-8	Периферийные устройства и механизмы электронных средств	Основы конструирования электронных средств Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика	Основы конструирования электронных средств Физические основы конструирования бортовых электронных средств Основы конструкций космических аппаратов Производственная преддипломная практика

## 7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закреплённые за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
ПК-7/ основной, завершающий	ПК-7.1 - Использует принципы конструирования отдельных узлов и блоков электронных приборов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и иерархию ЭС;</li> <li>- применение методов теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- типовые конструкции ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы построения расчетных моделей при проектировании узлов и блоков ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования в конструировании ЭС;</li> <li>- навыками проектирования печатных плат;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС.;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и иерархию ЭС;</li> <li>- применение методов теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- типовые конструкции ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методы проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы построения расчетных моделей при проектировании узлов и блоков ЭС;</li> <li>- применять методы системного анализа при проектировании ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования в конструировании ЭС;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- классификацию и иерархию ЭС;</li> <li>- применение методов теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- типовые конструкции ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методы проектирования деталей, узлов и модулей электронных средств в соответствии с техническим заданием;</li> <li>- процесс проектирования и технологию изготовления печатных плат;</li> <li>- основы системного подхода в проектировании ЭС;</li> <li>- принципы построения расчетных моделей и исследования параметрической чувствительности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять принципы построения расчетных моделей при проектировании узлов и блоков ЭС;</li> <li>- проводить исследования параметрической чувствительности при проектировании узлов и блоков ЭС;</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
			<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проектирования печатных плат;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь применять методы системного анализа при проектировании ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами математического анализа и математического (компьютерного) моделирования в конструировании ЭС;</li> <li>- навыками проектирования печатных плат;</li> <li>- методами теоретического и экспериментального исследования в конструировании ЭС;</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> <li>- методами моделирования процессов механических воздействий на ЭС на основе применения стандартных пакетов автоматизированного исследования;</li> <li>- методами моделирования процессов тепловых воздействий на ЭС на основе применения стандартных пакетов автоматизированного исследования.</li> </ul>
	ПК-7.2 - Проводит оценочные расчеты характеристик электронных приборов	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета экономических показателей проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- элементную базу ЭС.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы основных законов естественнонаучных дисциплин в конструировании</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета экономических показателей проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- методы расчета показателей надежности проектов конст</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета экономических показателей проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методы сбора и анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- методы расчета показателей надежности</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<p>нии ЭС.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС.</li> </ul>	<p>ций ЭС.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать методы основных законов естественнонаучных дисциплин в конструировании ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методикой расчета деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием с использованием средств АП;</li> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС.</li> </ul>	<p>проектов конструкций ЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчет показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> <li>- использовать методы основных законов естественнонаучных дисциплин в конструировании ЭС;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методикой расчета деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием с использованием средств АП;</li> <li>- методикой расчета показателей надежности проектов конструкций ЭС;</li> <li>- методикой расчета показателей механической прочности и тепловых режимов проектов конструкций ЭС.</li> </ul>
	ПК-7.3 - Разрабатывает принципиальные и монтажные электрические	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- классификацию и виды схем;</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- классификацию и</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- элементную базу ЭС;</li> <li>- классификацию и виды схем;</li> </ul>



Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
	схемы	<p>- схемную конструкторскую документацию;</p> <p>- основы монтажа компонентов ЭС.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- выбирать элементную базу с учетом воздействующих факторов..</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методикой сбора и анализа исходных данных для проектирования деталей, узлов и модулей;</p> <p>- навыками чтения и анализа принципиальных и монтажных электрических схем.</p>	<p>виды схем;</p> <p>- схемную конструкторскую документацию;</p> <p>- факторы, воздействующие на параметры ЭС;</p> <p>- основы монтажа компонентов ЭС;</p> <p>- ЕСКД: состав, нормативные документы, требования, правила оформления конструкторской документации.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- выбирать элементную базу с учетом воздействующих факторов;</p> <p>- оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств выполнения изображений и чертежей;</p> <p>- составлять описание принципиальной электрической схемы и перечень элементов.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методикой сбора и анализа исходных данных для проектирования деталей, узлов и модулей;</p> <p>- навыками чтения и анализа принципиальных и монтажных электрических схем;</p> <p>- навыками оформления принципиальной и монтажной электрических схем в составе конструкторской документации с учетом требований ЕСКД.</p>	<p>- схемную конструкторскую документацию;</p> <p>- факторы, воздействующие на параметры ЭС;</p> <p>- основы монтажа компонентов ЭС;</p> <p>- стандартные пакеты автоматизированного проектирования ЭС;</p> <p>- ЕСКД: состав, нормативные документы, требования, правила оформления конструкторской документации.</p> <p><b>Уметь:</b></p> <p>- выбирать элементную базу с учетом воздействующих факторов;</p> <p>- оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств выполнения изображений и чертежей;</p> <p>- составлять описание принципиальной электрической схемы и перечень элементов;</p> <p>- выбирать систему автоматизированного проектирования ЭС.</p> <p><b>Владеть:</b></p> <p>- методикой сбора и анализа исходных данных для проектирования деталей, узлов и модулей;</p> <p>- навыками чтения и анализа принципиальных и монтажных электрических схем;</p> <p>- навыками разработки электрических принципиальных схем с использованием системы автоматизированного проектирования;</p> <p>- навыками оформления принципиальной и монтажной электрических схем в составе конструкторской документации с</p>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				учетом требований ЕСКД.
ПК-8/ основной, завершающий	ПК-8.1 - Анализирует техническое задание при разработке электронных блоков	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархию и классификацию, требования к ЭС;</li> <li>- элементную базу и внешние воздействия на ЭС.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ технической документации;</li> <li>- анализировать описание устройства.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сбора и анализа научной информации, технической документации, требований к ЭС;</li> <li>- навыками анализа технического задания на разработку ЭС;</li> <li>- методикой анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархию и классификацию, требования к ЭС;</li> <li>- элементную базу и внешние воздействия на ЭС.</li> <li>- стадии разработки электронных средств.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ технической документации;</li> <li>- анализировать принципиальные электрические схемы и описание устройства;</li> <li>- анализировать существующие решения..</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сбора и анализа научной информации, технической документации, требований к ЭС;</li> <li>- навыками анализа технического задания на разработку ЭС;</li> <li>- методикой анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой проектирования деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархию и классификацию, требования к ЭС;</li> <li>- элементную базу и внешние воздействия на ЭС;</li> <li>- основные требования к несущим конструкциям, конструкционные материалы, методы проектирования механизмов;</li> <li>- стадии разработки электронных средств.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществлять сбор и анализ технической документации;</li> <li>- анализировать принципиальные электрические схемы и описание устройства;</li> <li>- анализировать существующие решения, осуществлять предварительный выбор вариантов решений, удовлетворяющих требованиям ТЗ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками сбора и анализа научной информации, технической документации, требований к ЭС;</li> <li>- навыками модульного принципа проектирования;</li> <li>- навыками анализа технического задания на разработку ЭС;</li> <li>- методикой анализа исходных данных для расчета деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой сбора и анализа исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- методикой проектирования</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				ния деталей, узлов и модулей ЭС в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.
	ПК-8.2 - Использует нормативные и справочные данные при разработке проектно-конструкторской документации	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС;</li> <li>- требования и состав ЕСКД;</li> <li>- технологию разработки проектной документации законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- технологию оформления законченных проектно-конструкторских работ..</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- находить и анализировать техническую документацию на ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами сбора и анализа нормативной, справочной и технической документации.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС;</li> <li>- требования и состав ЕСКД;</li> <li>- технологию разработки проектной документации законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- технологию оформления законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- технологию контроля соответствия разрабатываемых проектов стандартам.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- находить и анализировать техническую документацию на ЭС.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами сбора и анализа нормативной, справочной и технической документации;</li> <li>- навыками составления перечня элементов электрической принципиальной схемы.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС;</li> <li>- требования и состав ЕСКД;</li> <li>- технологию разработки проектной документации законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- технологию оформления законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- технологию контроля соответствия разрабатываемых проектов стандартам;</li> <li>- порядок участия в разработке технической документации (графиков работ, инструкций, планов, смет);</li> <li>- порядок участия в разработке установленной отчетности по утвержденным формам.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам;</li> <li>- проводить сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования деталей, узлов и модулей ЭС;</li> <li>- находить и анализировать техническую документацию на ЭС.</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
				<b>Владеть:</b> - методами сбора и анализа нормативной, справочной и технической документации; - навыками составления перечня элементов электрической принципиальной схемы; - методикой проведения контроля соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам.
	ПК-8.3 - Оформляет проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами	<b>Знать:</b> - электронную конструкторскую документацию; - группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС; - виды и комплектность конструкторских документов; - стадии разработки электронных средств; <b>Уметь:</b> - оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств редактирования изображений и чертежей; - использовать современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС. <b>Владеть:</b> - современными средствами выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС;	<b>Знать:</b> - электронную конструкторскую документацию; - группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС; - виды и комплектность конструкторских документов; - стадии разработки электронных средств; - этапы выполнения работ по каждой стадии разработки электронных средств; - схемную конструкторскую документацию; - современные средства выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС. <b>Уметь:</b> - оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.	<b>Знать:</b> - электронную конструкторскую документацию; - группы руководящих стандартов при проектировании, производстве и эксплуатации ЭС; - виды и комплектность конструкторских документов; - стадии разработки электронных средств; - этапы выполнения работ по каждой стадии разработки электронных средств; - схемную конструкторскую документацию; - современные средства выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС; - современные средства редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС; - современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС. <b>Уметь:</b> - оформлять конструкторскую документацию на основе современных средств редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.</li> <li>- современными средствами подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ражений и чертежей;</li> <li>- использовать современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- использовать стандартные пакеты автоматизированного проектирования для моделирования конструкций ЭС;</li> <li>- разрабатывать техническую документацию законченных проектно-конструкторских работ.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС;</li> <li>- современными средствами редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.</li> <li>- современными средствами подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>скую документацию на основе современных средств редактирования изображений и чертежей;</li> <li>- использовать современные средства подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- использовать стандартные пакеты автоматизированного проектирования для моделирования конструкций ЭС;</li> <li>- разрабатывать техническую документацию законченных проектно-конструкторских работ;</li> <li>- оформлять законченные проектно-конструкторские работы.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными средствами выполнения изображений и чертежей в конструировании ЭС;</li> <li>- современными средствами редактирования изображений и чертежей в конструировании ЭС.</li> <li>- современными средствами подготовки конструкторской документации в конструировании ЭС.</li> <li>- методами моделирования конструкций ЭС, на основе применения стандартных пакетов автоматизированного проектирования;</li> <li>- методикой проведения контроля соответствия разрабатываемых проектов стандартам;</li> <li>- методикой проведения контроля соответствия разрабатываемой технической документации техническим условиям.</li> </ul>

Компетенции / этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
1	2	3	4	5

**7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы**

Таблица 7.3 – Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
<b>5-й семестр</b>						
1	Конструктивные уровни электронных средств	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 1. Вопросы 1-20.	Согласно табл.7.2
2	Методологическая база проектирования ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	БТЗ	ФОС. Раздел 2. Вопросы 1-27	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	Раздел 2. Вопросы 1-15.	
3	Несущие конструкции ЭС и их эволюция	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	БТЗ	ФОС. Раздел 3. Вопросы 1-14	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	Раздел 3. Вопросы 1-22.	
4	Внешние воздействия на ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2	Лекции Лабораторные	БТЗ	ФОС. Раздел 4. Вопросы 1-22	Согласно табл.7.2

		ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 4. Вопросы 1-20.	
5	Модели ЭС в задачах проектирования конструкций	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 5. Вопросы 1-24.	Согласно табл.7.2
				Задания и контрольные вопросы к практ. № 3, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	ФОС. Контрольные вопросы 1-16. ПЗ 1	
6	Обеспечение тепловых и механических режимов ЭС и монтаж компонентов ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 6. Вопросы 1-25	Согласно табл.7.2
				Задания и контрольные вопросы к практ. № 4, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	ФОС. Контрольные вопросы 17-33. ПЗ 2	
<b>6 семестр</b>						
7	Основные термины и определения теории надежности, характеристики надежности ЭС при внезапных отказах	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 7. Вопросы 1-20	Согласно табл.7.2
8	Показатели надежности электронных средств	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 8. Вопросы 1-22	Согласно табл.7.2
9	Анализ структурных схем надежности ЭС и резервирование ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 9. Вопросы 1-23	Согласно табл.7.2

10	Методы расчета надежности ЭС и надежность восстанавливаемых ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы СРС	Вопросы к собеседованию	Раздел 10. Вопросы 1-33	Согласно табл.7.2
<b>7 семестр</b>						
11	Организация проектирования электронных средств	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию  Задания и контрольные вопросы к лаб. № 11, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	Раздел 11. Вопросы 1-21  ФОС. Контрольные вопросы 34-59. ПЗ 3	Согласно табл.7.2
12	Системы автоматизированного проектирования ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	БТЗ  Вопросы к собеседованию	Раздел 12. Вопросы 1-25  Раздел 12. Вопросы 1-16	Согласно табл.7.2
13	Разработка и трассировка печатных плат ЭС	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию  Задания и контрольные вопросы к лаб. № 12, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	Раздел 13. Вопросы 1-14  ФОС. Контрольные вопросы 60-82. ПЗ 4	Согласно табл.7.2
14	Изготовление ПП и получение рисунка проводников	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	Вопросы к собеседованию  Задания и контрольные вопросы к лаб. № 13, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	Раздел 14. Вопросы 1-18  ФОС. Контрольные вопросы 83-112. ПЗ 5	Согласно табл.7.2



15	Элементы расчёта и конструирования печатных плат	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	БТЗ	Раздел №15. Вопросы 1-35	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	Раздел 15. Вопросы 1-15	
				Задания и контрольные вопросы к лаб. № 15, в т.ч. для контроля результатов практической подготовки	ФОС. Контрольные вопросы 113-125. ПЗ 6	
16	Файловый формат GERBER	ПК-7.1 ПК-7.2 ПК-7.3 ПК-8.1 ПК-8.2 ПК-8.3	Лекции Лабораторные работы Практические занятия, СРС	БТЗ	Раздел №16. Вопросы 1-10	Согласно табл.7.2
				Вопросы к собеседованию	Раздел 16. Вопросы 1-13	

### Примеры типовых контрольных заданий для текущего контроля

#### Вопросы для собеседования (5 семестр)

1. Терминология электронных средств.
2. Понятие конструкции ЭС.
3. Исторические этапы развития конструкций ЭС.
4. Факторы, оказывающие влияние на конструкцию: целенаправленные, сопутствующие, случайные.
5. Внешние факторы, влияющие на работоспособность электронных средств.
6. Климатические факторы.
7. Механические факторы.
8. Радиационные факторы.
9. Объекты установки ЭС и их характеристики.
10. Классификация ЭС.

#### Контрольные вопросы к лабораторной работе №10:

1. Дайте определение надежности изделия.
2. Что называют отказом изделия? Дайте характеристики различных видов отказов.
3. Как определяется интенсивность отказов?
4. Какие логические схемы надежности резервированных систем существуют?
5. В чем заключается расчет надежности изделия?
6. Какие поправочные коэффициенты вводятся при расчете надежности?

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на практическом занятии № 3.

В соответствии с принципиальной схемой устройства составить перечень элементов.

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на практическом занятии № 4.

Выполнить чертеж схемы электрической принципиальной в соответствии с требованиями ЕСКД по заданию, выданному преподавателем.

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на лабораторной работе № 11.

Создать посадочное место компонента электронной схемы.

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на лабораторной работе № 12.

Создать схему аналогового фильтра.

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на лабораторной работе № 13.

Разработать конструктивные параметры печатной платы.

Производственная задача для контроля результатов практической подготовки обучающихся на лабораторной работе № 15.

Выполнить трассировку печатной платы.

Темы курсовых работ:

Задание на курсовую работу согласуется со студентом (руководителем ВКР). В рамках данной курсовой работы решается комплексная инженерно-техническая задача, включающая анализ и обоснование основных элементов и узлов проектируемого радиоэлектронного устройства (РЭУ), разработку конструкции, обоснование принятых расчетных нагрузок и технических решений.

Практическая подготовка обучающихся при реализации данной дисциплины организуется, в частности, путем выполнения и защиты курсовой работы (проекта) на одну из предложенных тем.

Примерные темы:

1. Источник вторичного электропитания;
2. Пульт управления;
3. Газоанализатор угарного газа;
4. Многокомпонентный газоанализатор;

## 5. Генератор прямоугольных импульсов.

Исходные данные к КР. Основными исходными данными для выполнения работы являются:

- 1) схема электрическая принципиальная устройства, выполненная в полном соответствии с ЕСКД и с перечнем входящих электро-радиоэлементов (ЭРЭ);
- 2) электрические требования с указанием данных, наиболее характерных для разрабатываемого устройства, например для радиоприемного устройства: чувствительность, избирательность, рабочий диапазон частот и другие; для радиопередающего устройства; стабильность частоты, выходная мощность, рабочий диапазон частот и т. д.;
- 3) конструкторские требования: компоновочные данные (габариты, масса, координаты центра тяжести и точек крепления), показатели надежности; уровень миниатюризации; степень унификации; технологичность конструкции и т. д.;
- 4) условия эксплуатации задаются объектом эксплуатации ЭС, например бортовая самолетная аппаратура, с указанием в техническом задании конкретных количественных показателей воздействий на ЭС.

«Требования к структуре, содержанию, объему, оформлению курсовых работ (курсовых проектов), процедуре защиты, а также критерии оценки определены в:

- стандарте СТУ 04.02.030-2017 «Курсовые работы (проекты). Выпускные квалификационные работы. Общие требования к структуре и оформлению»;
- положении П 02.016-2018 «О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ»;
- методических указаниях по выполнению курсовой работы (курсового проекта)».

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости представлены в УМК по дисциплине.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена. Зачет и экзамен проводятся в виде тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УМК и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки знаний используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),
- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть про-явлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

«Результаты практической подготовки (*умения, навыки (или опыт деятельности) и компетенции*) проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач (ситуационных, производственных или кейсового характера) и различного вида конструкторов».

#### Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

1) На какой стадии проектирования электронных средств впервые в полном объеме разрабатывается конструкторская документация

- а) на этапе технического предложения
- б) на этапе эскизного проектирования
- в) на этапе технического проекта

Задание в открытой форме:

1. Эскизный проект – это...

Задание на установление правильной последовательности,

1. Установите последовательность проектирования электронной системы:

- 1 функционально-логическое проектирование;
- 2 составление ТЗ;
- 3 ввод проекта;
- 4 определение характеристик устройства;
- 5 проектирование архитектуры;
- 6 схемотехническое проектирование;

- 7 топологическое проектирование;
- 8 изготовление опытного образца.

Задание на установление соответствия:

1. Установите соответствие

1. Структурная схема	а) графическое изображение (модель), служащее для передачи с помощью условных графических и буквенно-цифровых обозначений (пиктограмм) связей между элементами электрического устройства.
2. Структурно-функциональная схема	б) совокупность элементарных звеньев объекта, один из видов графической модели
3. Электрическая принципиальная схема	в) совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними, один из видов графической модели.

Компетентностно-ориентированная задача:

Рассчитать ёмкость между слоем общего провода и питания площадью 20 кв.см каждый и разделённых диэлектриком с относительной диэлектрической проницаемостью 2, толщиной 0,5 мм.

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УМК по дисциплине.

#### **7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	примечание
<b>4-й семестр</b>				
Лабораторная работа №1 Изучение конструкции и топологии интегральных микросхем	2	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы	3	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы
Лабораторная работа №2 Разработка эскиза общего вида и топологии печатной ручным способом	2		3	
Лабораторная работа №3 Разработка конструкции печатной платы	2		3	
Лабораторная работа №4 Расчет вибрационных характеристик печатной плат	2		3	
Лабораторная работа №5 Конструирование виброизоляции блоков ЭВС	2		3	
Лабораторная работа №6 Конструирование удароизоляции блоков ЭВС	2		3	
Практические занятия №1 Выбор электронных компонентов при проектировании электронных средств Тестирование №1	2	Задания по практической работе выполнены менее чем на 50%. В рамках тестового контроля получено более 50% правильных ответов	6	Задания по практической работе выполнены на 90%. В рамках тестового контроля получено более 90% правильных ответов
Практические занятия №2 Разработка технического задания на электронное устройство Тестирование №2	2		6	
Тестирование №3	2		3	
Практические занятия №3 Оформление перечня элементов схемы электрической принципиальной	2	Задания по практической работе выполнены менее чем на 50%. Производственная задача не решена или решена с ошибками, дано более 50% неверных ответов на контрольные вопросы	6	Задания по практической работе выполнены на 90%. Производственная задача решена в полном объеме, дано более 90% верных ответов на контрольные вопросы
Практические занятия №4 Оформление схемы электрической принципиальной	2		6	
СРС	2		3	
Итого	24		48	
Посещаемость	4		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	
<b>6 семестр</b>				
Лабораторная работа №1 Расчет теплофизических характеристик тепловых режимов ЭВС	5	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих	10	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих
Лабораторная работа №2 Выбор способа охлаждения	5		10	
Лабораторная работа №3 Оценка теплового режима ЭВС	5		10	

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	примечание
коэффициентным методом при воздушном охлаждении		вопросов дисциплины по теме лабораторной работы		ющих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы
Лабораторная работа №4 Оценка показателей надежности ЭВС	5		10	
СРС	4		8	
Итого	24		48	
Посещаемость	4		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	
<b>7 семестр</b>				
Лабораторная работа №1 Библиотеки и компоненты	3	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы, производственная задача решена частично	6	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы, производственная задача решена в полном объеме
Лабораторная работа №2 Разработка и исследование схем устройств	3		6	
Лабораторная работа №3 Разработка конструкции печатной платы в САПР	3		6	
Лабораторная работа №5 Трассировка печатной платы	3		6	
Лабораторная работа №4 Правила проектирования	3	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы	4	Лабораторная работа выполнена, отчет оформлен, но в рамках собеседования студент обнаруживает отсутствие знаний некоторых основополагающих вопросов дисциплины по теме лабораторной работы
Практическое занятие №1 Изучение законов распределения случайных величин при анализе надежности электронных средств	1	Практическая работа выполнена более чем на 50%	2	Практическая работа выполнена более чем на 90%
Практические занятия №2 Расчет показателей надежности невосстанавливаемых электронных средств	1		2	
Практические занятия №3 Разработка сборочного чертежа и спецификации на печатный узел	1		2	
Практические занятия №4 Конструирование лицевой панели электронного блока	1		2	
Тестирование №1	1	В рамках тестового контроля получено более 50% правильных ответов	4	В рамках тестового контроля получено более 90% правильных ответов
Тестирование №2	1		4	

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	баллы	примечание	баллы	примечание
СРС	3		4	
Итого	24		48	
Посещаемость	4		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (15 вопросов и одна задача).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме –2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление правильной последовательности – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 6 баллов.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **8.1 Основная учебная литература**

1. Жигалова, Е. Ф. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. Ф. Жигалова ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский Государственный Университет Систем Управления и Радиоэлектроники (ТУСУР). - Томск : ТУСУР, 2016. - 201 с. – Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

2. Малюков, С.П. Основы конструирования и технологии электронных средств : учебное пособие / С.П. Малюков, А.В. Палий, А.В. Саенко ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», Инженерно-технологическая академия. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2017. – 106 с. – Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

3. Практические расчёты при конструировании электронных устройств : учебное пособие / В.Т. Николаев, С.В. Купцов, С.В. Скляров, В.Н. Тикменов ; под ред. В.Н. Тикменова. – Москва : Физматлит, 2017. – 352 с. – Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

### **8.2 Дополнительная учебная литература**



4. Иванова, Н. Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. Ю. Иванова, Е. Б. Романова. - СПб.: НИУ ИТМО, 2013. - 121 с. - Режим доступа: window.edu.ru

5. ГОСТ 23501.108-85. Системы автоматизированного проектирования. Классификация и обозначение. – Взамен ГОСТ 23501.8-80 ; введ. 01.01.86 до 01.01.87. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 14 с.

6. ГОСТ 2.102-2013. Виды и комплектность конструкторских документов. – Взамен ГОСТ 2.102 – 68 : введ.01.06.2014. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2014. – 15 с.

7. ГОСТ 2.001-93. Единая система конструкторской документации. Общие положения. - Взамен ГОСТ 2.001-70 : введ. 01.01.95. – М.: ФГУП «Стандартинформ», 2001. – 8 с.

### 8.3 Перечень методических указаний

1. Основы конструирования электронных средств [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.М. Терещенко. Курск, 2018. 88 с.: ил.37, прилож.- . - Библиогр.15: с. 88.

2. Основы конструирования электронных средств [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: Е.М. Терещенко – Курск, 2018. 168 с.: ил.71, прилож.8 . – Библиогр.60: с. 168.

3. Основы конструирования электронных средств [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению самостоятельной работы для студентов направления подготовки 11.03.03/Юго-Западный государственный университет, Кафедра космического приборостроения и средств связи; сост. Е.М. Терещенко.- Курск: ЮЗГУ,2017. 12с.

4. Сквозное проектирование электронных средств в САПР [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» /Юго-Зап. гос. ун-т; сост.: О.Г. Бондарь, Е.О. Брежнева - Курск, 2020. 179 с.

5. Конструирование электронных средств [Электронный ресурс]: методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для бакалавров направления подготовки 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. Е. О. Брежнева. - Курск: ЮЗГУ, 2020. - 40 с.

### 8.4 Другие учебно-методические материалы

1. Журнал Российской академии наук, Института философии РАН «Логические исследования» (включен в перечень ВАК России, РИНЦ).

Режим доступа: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28663](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28663)

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронный справочник MATLAB.EXPONENTA. Режим доступа: <http://matlab.exponenta.ru/simulink/book1/>

2. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. Режим доступа: [http://window.edu.ru/catalog?p\\_rubr=2.2.75.2](http://window.edu.ru/catalog?p_rubr=2.2.75.2)

3. Национальный Открытый Университет "ИНТУИТ". // Режим доступа - <http://www.intuit.ru/studies/courses/12176/1169/info>

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными видами аудиторной работы студента при изучении дисциплины «Основы конструирования электронных средств» являются лекции, практические и лабораторные занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

На лекциях излагаются и разъясняются основные понятия темы, связанные с ней теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают лабораторные занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Лабораторному занятию предшествует самостоятельная работа студента, связанная с освоением материала, полученного на лекциях, и материалов, изложенных в учебниках и учебных пособиях, а также литературе, рекомендованной преподавателем.

Практические занятия посвящены разбору и изучению наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

По согласованию с преподавателем или по его заданию студенты могут готовить рефераты по отдельным темам дисциплины, выступать на занятиях с докладами

ми. Основу докладов составляет, как правило, содержание подготовленных студентами рефератов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования, защиты отчетов по лабораторным работам, а также по результатам докладов.

Преподаватель уже на первых занятиях объясняет студентам, какие формы обучения следует использовать при самостоятельном изучении дисциплины «Введение в направление подготовки и планирование»: конспектирование учебной литературы и лекции, составление словарей понятий и терминов и т. п.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: чтение лекций, привлечение студентов к творческому процессу на лекциях, промежуточный контроль путем отработки студентами пропущенных лекций, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой.

Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Это большой труд, требующий усилий и желания студента. В самом начале работы над книгой важно определить цель и направление этой работы. Прочитанное следует закрепить в памяти. Одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно прочитывать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины «Основы конструкций космических аппаратов» с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Основы конструирования электронных средств» - закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

Libreoffice операционная система Windows  
 Антивирус Касперского (или ESETNOD)  
 OrCAD (Lite Demo Software)  
 LabVIEW (Academy license № M76X33827)

MatLab R2012b (лицензия №820456) - пакет прикладных программ (используется в лабораторных работах)

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и лаборатории кафедры космического приборостроения и систем связи, оснащенные учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска. 2005-93, Учебно-научная станция с набором практикумов (13 рабочих мест) в составе ПК (Processor i5-2500, RAM DDR3 4 GB, HDD 320 GB, DVD RW, TFT-монитор 24" 1920x1080) и рабочая станция ELVIS II, инв. № 434.431. Мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024Mb/160Gb/ сумка/ проектор inFocus IN24+, инв. № 104.3261.

Для осуществления практической подготовки обучающихся при реализации дисциплины используются оборудование и технические средства обучения кафедры космического приборостроения и систем связи:

- Libreoffice операционная система Windows;
- Антивирус Касперского (или ESETNOD);
- LabVIEW (Academy license № M76X33827);
- MatLab R2012b (лицензия №820456) - пакет прикладных программ (используется в лабораторных работах);
- CircuitMaker - программа для проектирования схем и печатных плат, созданная на основе технологии Altium Designer.

## **13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

*Для лиц с нарушением слуха* возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, каче-

ство речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

*Для лиц с нарушением зрения* допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

*Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата,* на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочитать задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

**14. ЛИСТ ДОПОЛНЕНИЙ И ИЗМЕНЕНИЙ, ВНЕСЕННЫХ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ**

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	измененных	замененных	аннулированных	новых			