

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
"САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ"

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель образовательной программы

ДОЦ., К.Т.Н., ДОЦ.

(должность, уч. степень, звание)

В.А. Ненашев

(инициалы, фамилия)



(подпись)

«24» июня 2024 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Теоретические основы конструирования ЭС»  
(Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.03.03
Наименование направления подготовки/ специальности	Конструирование и технология электронных средств
Наименование направленности	Проектирование и технология электронно- вычислительных средств
Форма обучения	очная
Год приема	2024

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

д.т.н.,проф.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)


Д.К.Шелест  
(инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«24» июня 2024 г, протокол №10/24

Заведующий кафедрой № 23

д.т.н.,проф.  
(уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

А.Р. Бестугин  
(инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц.,к.т.н.,доц.  
(должность, уч. степень, звание)

  
(подпись, дата)

Н.В. Марковская  
(инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Теоретические основы конструирования ЭС» входит в образовательную программу высшего образования – программу бакалавриата по направлению подготовки/ специальности 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств » направленности «Проектирование и технология электронно-вычислительных средств». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

УК-2 «Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений»

ПК-2 «Способен выполнять расчеты функциональных узлов и электрических режимов работы электронных средств по электрическим, геометрическим и технологическим параметрам, стойкости к внешним и внутренним воздействующим факторам, параметрам надежности»

ПК-3 «Способен применять методы математического, алгоритмического моделирования для выполнения расчетов»

ПК-4 «Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)»

ПК-5 «Способен осуществлять разработку схмотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов»

ПК-6 «Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет уровней питающих, входных и выходных напряжений»

ПК-7 «Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков»

ПК-10 «Способен осуществлять разработку эксплуатационной и ремонтной документации на электронные средства и системы»

ПК-21 «Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования»

ПК-23 «Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с получением студентами теоретических знаний и практических навыков по конструированию электронных средств (ЭС), приборных устройств и их составных элементов, освоение методов и методик разработки конструкций с использованием, унифицированных модулей и передовых технологий изготовления.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: *лекции и лабораторные работы.*

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация в форме экзамена.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины «Теоретические основы конструирования ЭС» - формирование углубленной конструкторской подготовки студентов направления 11.03.03(01), профиля – Проектирование и технология электронно-вычислительных средств.

Дисциплина является основной в подготовке к проектно-конструкторскому виду профессиональной деятельности бакалавра, в том числе имеющими полидисциплинарный характер, «получение обучающимися необходимых знаний, умений и навыков в области проектирования электронных и электромеханических систем, создание поддерживающей образовательной среды, преподавания средств проектирования электронно-вычислительных средств, предоставление возможности обучающимся развить и продемонстрировать навыки в области системного представления разрабатываемых конструкций.

1.2. образовательных отношений, образовательной программы высшего образования (далее – ОП ВО).

1.3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП ВО.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен обладать следующими компетенциями или их частями. Компетенции и индикаторы их достижения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень компетенций и индикаторов их достижения

Категория (группа) компетенции	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции	УК-2 Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.3.1 знать виды ресурсов и ограничения для решения поставленных задач
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен выполнять расчеты функциональных узлов и электрических режимов работы электронных средств по электрическим, геометрическим и технологическим параметрам, стойкости к внешним и внутренним воздействующим факторам, параметрам	ПК-2.3.1 знает основы проектирования и конструирования РЭА ПК-2.У.1 умеет выполнять расчеты функциональных узлов и электрических режимов работы электронных средств по электрическим, геометрическим и технологическим параметрам, стойкости к внешним и внутренним воздействующим факторам, параметрам надежности ПК-2.В.1 владеть навыками формирования входных данных для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов БА КА и электрических режимов работы электронных средств

	надежности	
Профессиональные компетенции	ПК-3 Способен применять методы математического, алгоритмического моделирования для выполнения расчетов	ПК-3.3.1 знает методы математического, алгоритмического моделирования, а также методы искусственного интеллекта при выполнении расчетов для разработки функциональных узлов БА КА ПК-3.У.1 умеет использовать обслуживающие подсистемы САПР для выполнения расчетов при разработке функциональных узлов БА КА, в том числе с применением технологий искусственного интеллекта ПК-3.В.1 владеет методами разработки адекватных имитационных математических моделей и моделирования электронных средств и систем, а также методами и средствами искусственного интеллекта
Профессиональные компетенции	ПК-4 Способен осуществлять разработку и корректировку программной и конструкторской документации (КД) на электронные средства и электронные системы с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР)	ПК-4.В.1 владеет основами системотехники и электротехники
Профессиональные компетенции	ПК-5 Способен осуществлять разработку схемотехнических решений отдельных аналоговых блоков с применением аналитических и машинных методов	ПК-5.У.1 умеет разбивать функциональное и поведенческое описание аналоговых блоков на практически используемые технические реализации
Профессиональные компетенции	ПК-6 Способен определять численные значения основных технических характеристик отдельных аналоговых блоков, выполнять расчет уровней питающих,	ПК-6.3.1 знает основные задачи этапа схемотехнического проектирования и связь этого этапа с другими этапами в общем маршруте проектирования ПК-6.3.2 знает основные формы представления аналоговых функций, а также инженерные и машинные алгоритмы и методы их анализа (моделирования) с последующей реализацией схем в заданном библиотечном базисе

	входных и выходных напряжений	ПК-6.У.1 умеет аналитически рассчитывать характеристики аналоговых устройств ПК-6.В.1 владеет навыками выполнения расчетов схем электрических составных частей электронного, электромеханического, электрокоммутационного и электронно-информационного оборудования РКТ
Профессиональные компетенции	ПК-7 Способен выполнять оценку быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков	ПК-7.В.1 Владеет методами анализа и оценки быстродействия, пределов потребляемой мощности и других специальных параметров аналоговых блоков
Профессиональные компетенции	ПК-10 Способен осуществлять разработку эксплуатационной и ремонтной документации на электронные средства и системы	ПК-10.В.1 владеет методами расчета эксплуатационных показателей электронных средств и систем
Профессиональные компетенции	ПК-21 Способен выполнять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские работы при исследовании электронных средств и электронных систем в процессе их создания, разрабатывать тестовые воздействия и наборы тестов для электронных средств и электронных систем, поведенческие модели электронного оборудования	ПК-21.3.1 знает методологию проведения экспериментальных и теоретических исследований
Профессиональные компетенции	ПК-23 Способен исследовать, выявлять и анализировать причины, последствия и	ПК-23.3.1 знает правила и нормы защиты электронных средств от влияния внешних и внутренних факторов, в том числе статического электричества ПК-23.3.2 знает возможные причины отказов электронных средств в процессе

	критичность отказов электронных средств при отработке и в процессе эксплуатации, группировку (систематизацию) отказов по степени сложности и важности	эксплуатации
--	---	--------------

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина может базироваться на знаниях, ранее приобретенных обучающимися при изучении следующих дисциплин:

- «Материаловедение»,
- «Основы теории точности и методы взаимозаменяемости»,
- «Технология конструкционных материалов»,
- «Физические основы получения информации»,
- «Элементная база и БНК приборов»,

Знания, полученные при изучении материала данной дисциплины, имеют как самостоятельное значение, так и могут использоваться при изучении других дисциплин:

- «Конструирование электронных узлов приборов»,
- «Основы технологии приборостроения»,
- «Технология сборки и монтажа приборов»,
- «Технология испытаний приборов»,
- «Технология производственного контроля приборов».

## 3. Объем и трудоемкость дисциплины

Данные об общем объеме дисциплины, трудоемкости отдельных видов учебной работы по дисциплине (и распределение этой трудоемкости по семестрам) представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Объем и трудоемкость дисциплины

Вид учебной работы	Всего	Трудоемкость по семестрам
		№5
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	5/ 180	5/ 180
<b>Из них часов практической подготовки</b>	30	30
<b>Аудиторные занятия, всего час.</b>	68	68
в том числе:		
лекции (Л), (час)	34	34
практические/семинарские занятия (ПЗ), (час)		
лабораторные работы (ЛР), (час)	34	34
курсовой проект (работа) (КП, КР), (час)		
экзамен, (час)	45	45
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	67	67
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз.**)	Экз.	Экз.

#### 4. Содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости дисциплины по разделам и видам занятий.

Разделы, темы дисциплины и их трудоемкость приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Разделы, темы дисциплины, их трудоемкость

Разделы, темы дисциплины	Лекции (час)	ПЗ (СЗ) (час)	ЛР (час)	КП (час)	СРС (час)
Семестр 5					
Раздел 1. Структура и особенности процесса конструирования	4				4
Раздел 2. Методологические основы конструирования электронных средств (ЭС)	4		2		6
Раздел 3. Нормативно-методические основы процесса конструирования и разработка требований к конструкциям электронных средств (ЭС)	4		2		5
Раздел 4. Выбор несущих конструкций приборов и устройств	2		2		6
Раздел 5. Синтез структуры конструкции	4				4
Раздел 6. Теоретические основы надежности ЭС	8		12		5
Раздел 7. Реализации функциональной и конструктивной интеграции	4				5
Раздел 8. Обеспечение устойчивости конструкции ЭС к тепловым и механическим нагрузкам	4		16		5
Итого в семестре:	34		34		67
Итого	34	0	34	0	67

Практическая подготовка заключается в непосредственном выполнении обучающимися определенных трудовых функций, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

4.2. Содержание разделов и тем лекционных занятий.

Содержание разделов и тем лекционных занятий приведено в таблице 4.

Таблица 4 – Содержание разделов и тем лекционного цикла

Номер раздела	Название и содержание разделов и тем лекционных занятий
<b>1</b>	<p>Тема 1.1 - Предмет, цель и содержание курса. Задачи дисциплины. Структура процесса конструирования. Роль конструктора в экономии ресурсов, сохранении окружающей среды и обеспечении эффективности производства.</p> <p>Тема 1.2 - Демонстрация фильма «Конструирование и производство электронной аппаратуры».</p> <p>Тема 1.3 - Процесс создания конструкции как комплексная задача сквозного проектирования. Техническое задание на конструирование. Технические требования к конструкциям бортовых приборов и устройств (функциональные, технологические, эксплуатационные, эргономические и др.). Обобщенный алгоритм разработки конструкции приборной аппаратуры.</p>



2	<p>Тема 2.1 - Конструкция авиационных ЭС как система. Структурные уровни конструкции ЭС. Цели структурного дробления. Понятия входимости и разукрупнения приборной аппаратуры. Типовая структура конструкции современной ЭС</p> <p>Тема 2.2 - Перспективные направления развития конструкций электронной аппаратуры и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений. Соотношение алгоритмического и эвристического труда при конструировании. База данных и база знаний конструктора ЭС . Эвристические методы и процедуры, применяемые при разработке конструкции.</p>
3	<p>Тема 3.1 - Предпроектные исследования и требования к конструкторской документации. Патентные исследования при конструировании, их направления и задачи. Нормоконтроль конструкторской документации. Основная нормативная документация на конструирование. Терминология и определения конструирования и технологического проектирования.</p> <p>Тема 3.2 - Требования к конструкции по назначению аппаратуры. Общий перечень требований по назначению. Климатическое исполнение. Категории размещения конструкции на объекте и массогабаритные требования. Учет влияния климатических и механических воздействий. Построение схем функциональных задач конструкции. Логическая схема «Анализируемые функции – Требования к конструкции». Логическая схема «Требования к конструкции – Факторы, определяющие качество функционирования».</p> <p>Тема 3.3 - Технологичность конструкции и ее обеспечение. Методы стандартизации и унификации конструкции. Параметрическая унификация электронных модулей. Обеспечение пригодности конструкции к автоматизированной сборке. Требования безопасности, эргономики и эстетики к конструкциям ЭС и устройств. Патентно-правовые требования.</p>
4	<p>Тема 4.1 - Типовые конструктивно-компоновочные решения электронных наземных и бортовых приборов и устройств. Унификация несущих конструкций. Стандартные базовые несущие конструкции (БНК). Характеристика систем стандартов на БНК.</p> <p>Тема 4.2 - Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземной и бортовой аппаратуры. Дерево поиска рационального варианта конструктивно-компоновочного решения и соответствующего варианта БНК. Базовые технологии изготовления элементов БНК.</p>
5	<p>Тема 5.1 - Параметрический синтез конструкции. Анализ и декомпозиция функциональных задач конструкции. Формирование специализированных функциональных</p>

	<p>устройств и их унификация .</p> <p>Тема 5.2 - Методы конструирования. Функционально-узловой, Функционально - Разделный и блочный (моноблочный) методы конструирования.</p>
6	<p>Тема 6.1 – Формирование, обеспечение и поддержание надежности на стадиях жизненного цикла изделия.</p> <p>Тема 6.2 – Исследование зависимостей показателей надежности от внешних факторов. Выбор свойств и показателей надежности при проектировании. Анализ внешних факторов классов, видов и типов изделий. Виды внешних факторов и уровни их значений для бортовой авиационной, ракетной и космической аппаратуры. Специфические особенности задания требований по надежности для аппаратуры МКС, спутников, космопланов, гиперзвуковых ЛА и различных видов ЛА.</p> <p>Тема 6.3 – Методики расчета показателей безотказности. Методика ориентировочного расчета показателей безотказности. Методика полного расчета показателей безотказности. Выбор поправочных коэффициентов.</p> <p>Тема 6.4 – Классификация и характеристика отказов. Влияние температуры и влажности на надежность. Классификация механизмов отказов. Влияние технологических факторов на отказы. Критерии отказа и предельного состояния. Граф изменения состояний изделий под воздействием событий..</p> <p>Тема 6.5 – Анализ видов, последствий и критичности отказов изделия. Методы анализа причин отказов. Категории тяжести последствий и ранжирование отказов. Показатели критичности.</p> <p>Тема 6.6 – Отработка надежности при проектировании. Отработка надежности по заданным свойствам. Технологическая отработка надежности.</p> <p>Тема 6.7 – Методы испытаний на надежность. Планы испытаний на надежность. Термоциклирование, термотренировка как способы обеспечения заданных показателей надежности.</p> <p>Тема 6.8 – Поддержание надежности при эксплуатации. Разработка эксплуатационной документации по поддержанию надежности при эксплуатации. Выбор сроков и полноты мероприятий по поддержанию надежности изделия при эксплуатации. Поддержание назначенных и выбор установленных показателей надежности.</p>
7	<p>Тема 7.1 - Конструирование устройств в исполнении «Кристалл на плате» (COB). Конструирование микروустройств в исполнении «Система на кристалле». Способы соединений без разварки выводов. Конструкции «Система в корпусе».</p> <p>Тема 7.2 – Конструкции электронных узлов с внутренним монтажом. Конструктивные варианты реализации внутреннего монтажа. Внутренний монтаж пассивных</p>

	элементов и компонентов. Виды монтажных оснований для внутреннего монтажа кристаллов. Варианты конструктивно-технологических решений внутреннего монтажа активных компонентов.
<b>8</b>	<p>Тема 8.1 – Теплофизическое конструирование ЭС приборной аппаратуры. Способы отвода тепловой энергии в конструкциях приборной аппаратуры. Отличия решения задачи для герметичного и негерметичного исполнения конструкции. Тепловой режим «планарной» конструкции. Обеспечение теплового режима в объеме конструкции. Тепловые модели различных конструкций. Методики расчета теплового режима.</p> <p>Тема 8.2 – Обеспечение устойчивости конструкции к механическим нагрузкам. Характеристики вибрационных и ударных воздействий. Методики расчета вибро- и ударопрочности. Расчет частоты свободных колебаний конструкции. Расчет виброизоляции и расстановки амортизаторов. Методы снижения виброактивности конструкций и снижения уровня вибрационных и ударных воздействий для различных структурных уровней конструкции.</p>

#### 4.3. Практические (семинарские) занятия

Темы практических занятий и их трудоемкость приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Практические занятия и их трудоемкость

№ п/п	Темы практических занятий	Формы практических занятий	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Учебным планом не предусмотрено					
Всего					

#### 4.4. Лабораторные занятия

Темы лабораторных занятий и их трудоемкость приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Лабораторные занятия и их трудоемкость

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, (час)	Из них практической подготовки, (час)	№ раздела дисциплины
Семестр 5				
1	Компоновочные расчеты узлов и блоков ЭС	4	2	1,2
2	Конструирование печатного узла	4	2	1,2
3	Анализ перекрестных помех в линиях связи ЭС	2	1	5

4	Анализ методов экранирования ЭС	2	1	5
5	Исследование резонансной частоты печатного узла	4	2	4
6	Исследование тепловых моделей блоков ЭС	4	2	6
7	Построение и исследование уравнений погрешности ЭС	4	2	7
8	Исследование процесса сборки узла ЭС с групповой взаимозаменяемостью	6	3	7
9	Оценка надежности узла невосстанавливаемых ЭС	4	2	3
Всего		34		

4.5. Курсовое проектирование/ выполнение курсовой работы  
Учебным планом не предусмотрено

4.6. Самостоятельная работа обучающихся

Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Виды самостоятельной работы и ее трудоемкость

Вид самостоятельной работы	Всего, час	Семестр 5, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	30	30
Расчетно-графические задания (РГЗ)	12	12
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	25	25
Всего:	67	67

#### 5. Перечень учебно-методического обеспечения

для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся указаны в п.п. 7-11.

#### 6. Перечень печатных и электронных учебных изданий

Перечень печатных и электронных учебных изданий приведен в таблице 8.

Таблица 8– Перечень печатных и электронных учебных изданий

Шифр/ URL адрес	Библиографическая ссылка	Количество экземпляров в библиотеке (кроме электронных экземпляров)
621.3 – ПЗЗ	1. Баканов Г.Ф. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.Ф. Баканов, С.С. Соколов, В.Ю. Суходольский; под ред. И.Г. Мироненко. – М.: изд. центр «Академия»,	5

681.2 Л25	2007. – 368 с. <a href="http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie">http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie</a>	100
	2. Ларин В.П., Шелест Д.К. Конструирование и производство типовых приборов и устройств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2005. – 300с. <a href="http://guap.ru/guap/kaf23old35/um4_main.shtml">http://guap.ru/guap/kaf23old35/um4_main.shtml</a>	20
ОО4.4 А-22	3. Конструирование электронных узлов измерительно-вычислительных комплексов для студентов заочного обучения. Программа.Методические указания для студентов заочного обучения.- СПбГУАП. СПб. 2006. - 20с	100
	4. Технология приборостроения: практикум/под ред. В.П.Ларина, В.П.Пашкова/ Авт. В.П.Ларин, В.П.Пашков, О.Л.Смирнов, Б.Г.Филатов. СПб.: ГУАП.2014.- 208с.	
	5. Пирогова Е.В. Проектирование и технология печатных плат: Учебник. – - М.: ФОРУМ:ИНФРА-М, 2005. – 560 с.	
	6. Белоусов О.А. . Основные конструкторские расчеты в РЭС: учебное пособие/О.А. Белоусов, Н.А Кольтюков, А.Н. Грибков.- Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Ун-та, 2007	
	7. Ямпурин Н. П., Баранова А. В. Основы надежности электронных средств. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. : Издательский центр «Академия» . 2010. 240с.	
	8. Чеканов А.Н. Расчеты и обеспечение надежности электронной аппаратуры: учеб. пособие. – М.: КНОРУС, 2012. – 440 с.4.	
	9. Уваров А.С. P-CAD 2000, ACCEL EDA. Конструирование печатных плат. СПб.: Питер, 2001.	
	10. Шалумов А.С. и др. Автоматизированная система АСОНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1 / Под ред. Кофанова Ю.Н., Малютина Н.В., Шалумова А.С. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 368 с	100
	11. Ларин В.П., Шелест Д.К. Формирование, обеспечение и поддержание надежности приборов и электронных средств: Учеб. пособие для вузов / СПбГУАП. СПб. 2012.	

7. Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Перечень электронных образовательных ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

URL адрес	Наименование
	window.edu.ru>catalog/resources
	edu.ru>modules.php
	<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБС "Лань"</u> (договор № 029 от 31.01.2020г., ) электронно-библиотечная система издательства "Лань". Рекомендована к использованию студентам и преподавателям технических институтов ВУЗа. У ЭБС имеется мобильное приложение, в работу которого интегрирован синтезатор речи. Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 27, №28 от 27.01.2021
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБС ЮРАЙТ</u> (Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021) - в электронной библиотеке представлены все книги издательства Юрайт. У ЭБС имеется версия для слабовидящих.
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБС "Znanium"</u> (Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 071 от 24.02.2021) электронно-библиотечная система издательства "ИНФРА-М". Рекомендована к использованию студентам и преподавателям экономического, юридического и гуманитарного институтов. У ЭБС имеется версия для слабовидящих.
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	<u>ЭБ КАКВР</u> - Электронная библиотека Консорциума аэрокосмических ВУЗов России. Доступ по ip-адресам ВУЗа в рамках сотрудничества аэрокосмических ВУЗов.
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 070 от 24.02.2021
<a href="http://lib.aanet.ru/">http://lib.aanet.ru/</a>	Доступ в ЭБС «Лань» осуществляется по договору № 26 и №27 от 31.01.2021 Доступ в ЭБС «ZNANIUM» осуществляется по договору № 058 от 27.02.2023 Доступ в ЭБС «ЮРАЙТ» осуществляется по договору № 257 от 29.05.2023
URL адрес	Наименование

## 8. Перечень информационных технологий

8.1. Перечень программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

Перечень используемого программного обеспечения представлен в таблице 10.

Таблица 10– Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

8.2. Перечень информационно-справочных систем,используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Перечень используемых информационно-справочных систем представлен в таблице 11.

Таблица 11– Перечень информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование
	Не предусмотрено

### 9. Материально-техническая база

Состав материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине, представлен в таблице12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	13-07
2	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06Г
3	Специализированная лаборатория «Автоматизация проектирования электронной аппаратуры»	13-17
4	Стенды с образцами конструкций электронной аппаратуры	14-06Е

### 10. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

10.1. Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине приведен в таблице 13.

Таблица 13 – Состав оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Вид промежуточной аттестации	Перечень оценочных средств
Экзамен	Список вопросов к экзамену; Тесты.

10.2. В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 5-балльная шкала оценки сформированности компетенций, которая приведена в таблице 14. В течение семестра может использоваться 100-балльная шкала модульно-рейтинговой системы Университета, правила использования которой, установлены соответствующим локальным нормативным актом ГУАП.

Таблица 14 –Критерии оценки уровня сформированности компетенций

Оценка компетенции 5-балльная шкала	Характеристика сформированных компетенций
«отлично» «зачтено»	– обучающийся глубоко и всесторонне усвоил программный материал; – уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает; – опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью направления;

Оценка компетенции	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– свободно владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«хорошо» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;</li> <li>– не допускает существенных неточностей;</li> <li>– увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления;</li> <li>– аргументирует научные положения;</li> <li>– делает выводы и обобщения;</li> <li>– владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«удовлетворительно» «зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы;</li> <li>– допускает несущественные ошибки и неточности;</li> <li>– испытывает затруднения в практическом применении знаний направления;</li> <li>– слабо аргументирует научные положения;</li> <li>– затрудняется в формулировании выводов и обобщений;</li> <li>– частично владеет системой специализированных понятий.</li> </ul>
«неудовлетворительно» «не зачтено»	<ul style="list-style-type: none"> <li>– обучающийся не усвоил значительной части программного материала;</li> <li>– допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении;</li> <li>– испытывает трудности в практическом применении знаний;</li> <li>– не может аргументировать научные положения;</li> <li>– не формулирует выводов и обобщений.</li> </ul>

### 10.3. Типовые контрольные задания или иные материалы.

Вопросы (задачи) для экзамена представлены в таблице 15.

Таблица 15 – Вопросы (задачи) для экзамена

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для экзамена	Код индикатора
	Классификация видов радиоэлектронной аппаратуры и ее элементной базы	УК-2.3.1
	Конструкторско-технологические показатели качества РЭС при их проектировании и производстве	ПК-2.3.1
	Психофизиологические аспекты конструирования РЭС	ПК-2.У.1
	Виды и характеристики моделей конструкций и технологии производства ЭС	ПК-2.В.1
	Электромагн. совместимость, нагрузоч. способность печатных проводников	ПК-3.3.1
	Перекрестные помехи от активной линии. Конструирование шин питания	ПК-3.У.1
	Общая методика конструирования РЭС. Компоновка РЭС. Виды компоновки	ПК-3.В.1
	Задачи проектирования конструкции РЭС. Типизация. Покрытие. Разрезание. Размещение. Трассировка	ПК-4.В.1
	Функциональная и технологическая точность РЭС.	ПК-5.У.1



	Методы анализа и синтеза точности РЭС	
	Основные понятия надежности РЭС. Факторы, определяющие надежность РЭС. Понятия восстанавливаемой и невосстанавливаемой РЭС	ПК-6.3.1
	Количественные показатели надежности. Оценка надежности невосстанавливаемой аппаратуры	ПК-6.3.2
	Технология изготовления печатных плат	ПК-6.У.1
	Производственная и технологическая системы	ПК-6.В.1
	Индекс технического уровня изделия	ПК-7.В.1
	Базовые несущие конструкции	ПК-10.В.1
	Методы конструирования РЭА	ПК-21.3.1
	Свойства конструкций. Тактико-технические, конструкторско-технологические, эксплуатационные, надежность и тех-экон. свойства РЭС	ПК-23.3.1
	Определение температуры корпуса РЭС	ПК-23.3.2

Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Вопросы (задачи) для зачета / дифф. зачета

№ п/п	Перечень вопросов (задач) для зачета / дифф. зачета	Код индикатора
	Учебным планом не предусмотрено	

Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы

№ п/п	Примерный перечень тем для курсового проектирования/выполнения курсовой работы
	Учебным планом не предусмотрено

Вопросы для проведения промежуточной аттестации в виде тестирования представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Примерный перечень вопросов для тестов

№ п/п	Примерный перечень вопросов для тестов	Код индикатора
	Что понимается под электронными средствами. В чём разница понятий “радиоэлектронные средства” и “электронные средства”	УК-2.3.1
	Какие основные положения системного подхода при проектировании ЭС?	ПК-2.3.1
	Дайте определение «эргономике».	ПК-2.У.1
	Охарактеризуйте геометрический метод конструирования ЭС	ПК-2.В.1
	Область применения топологического метода конструирования ЭС	ПК-3.3.1
	Приведите конкретные примеры машиностроительного метода конструирования ЭС	ПК-3.У.1
	В каких случаях лучше применять метод моноконструкций?	ПК-3.В.1
	Всегда ли существует этап технического предложения? какие виды работ выполняются на этом этапе?	ПК-4.В.1
	Какие вопросы охватывает стадия эскизного проекта?	ПК-5.У.1
	Какова цель технического проекта?	ПК-6.3.1
	Зачем изготавливается опытный образец?	ПК-6.3.2
	Стадии разработки рабочей документации бывают опытного	ПК-6.У.1

	образца, установочной серии, установившегося серийного производства. С какой целью?	
	Приведите конкретную иерархическую соподчиненность какого-либо вида аппаратуры.	ПК-6.В.1
	Дайте определение “стандартизации” при проектировании ЭС.	ПК-7.В.1
	Каким образом унификация связана с технологичностью ЭС?	ПК-10.В.1
	Какие Вы знаете механические воздействия на ЭС?	ПК-21.3.1
	Приведите активные и пассивные методы защиты ЭС от механического воздействия.	ПК-23.3.1
	Какими способами обеспечивается герметизация?	ПК-23.3.2

Перечень тем контрольных работ по дисциплине обучающихся заочной формы обучения, представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Перечень контрольных работ

№ п/п	Перечень контрольных работ
	Не предусмотрено

10.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания индикаторов, характеризующих этапы формирования компетенций, содержатся в локальных нормативных актах ГУАП, регламентирующих порядок и процедуру проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся ГУАП.

#### 11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

11.1. Методические указания для обучающихся по освоению лекционного материала .

Основное назначение лекционного материала – логически стройное, системное, глубокое и ясное изложение учебного материала. Назначение современной лекции в рамках дисциплины не в том, чтобы получить всю информацию по теме, а в освоении фундаментальных проблем дисциплины, методов научного познания, новейших достижений научной мысли. В учебном процессе лекция выполняет методологическую, организационную и информационную функции. Лекция раскрывает понятийный аппарат конкретной области знания, её проблемы, дает цельное представление о дисциплине, показывает взаимосвязь с другими дисциплинами.

Планируемые результаты при освоении обучающимися лекционного материала:

- получение современных, целостных, взаимосвязанных знаний, уровень которых определяется целевой установкой к каждой конкретной теме;
- получение опыта творческой работы совместно с преподавателем;
- развитие профессионально-деловых качеств, любви к предмету и самостоятельного творческого мышления.
- появление необходимого интереса, необходимого для самостоятельной работы;
- получение знаний о современном уровне развития науки и техники и о прогнозе их развития на ближайшие годы;
- научиться методически обрабатывать материал (выделять главные мысли и положения, приходить к конкретным выводам, повторять их в различных формулировках);
- получение точного понимания всех необходимых терминов и понятий.

Лекционный материал может сопровождаться демонстрацией слайдов и использованием раздаточного материала при проведении коротких дискуссий об особенностях применения отдельных тематик по дисциплине.

#### Структура предоставления лекционного материала:

- Лекции . Конспект лекций представляется в Инф. система каф. 23\_. При работе ON LINE Материалы лекций представляются в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside> по дисциплине «Основы конструирования приборов»

Лабораторные работы (ЛР) проводятся в виде лабораторно-практических занятий по расписанию. Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside> по дисциплине «Основы конструирования приборов»

11.2. Методические указания для обучающихся по участию в семинарах Основной целью для обучающегося является систематизация и обобщение знаний по изучаемой теме, разделу, формирование умения работать с дополнительными источниками информации, сопоставлять и сравнивать точки зрения, конспектировать прочитанное, высказывать свою точку зрения и т.п. В соответствии с ведущей дидактической целью содержанием семинарских занятий являются узловые, наиболее трудные для понимания и усвоения темы, разделы дисциплины. Спецификой данной формы занятий является совместная работа преподавателя и обучающегося над решением поставленной проблемы, а поиск верного ответа строится на основе чередования индивидуальной и коллективной деятельности.

При подготовке к семинарскому занятию по теме прослушанной лекции необходимо ознакомиться с планом его проведения, с литературой и научными публикациями по теме семинара.

#### Требования к проведению семинаров

В процессе проведения лекций предусматриваются семинары для обсуждения видеороликов и видеофильмов, представлены в Инф. система каф. 23 в виде электронных ресурсов библиотеки ГУАП <https://pro.guap.ru/inside#library>

11.3. Методические указания для обучающихся по прохождению практических занятий Практическое занятие является одной из основных форм организации учебного процесса, заключающаяся в выполнении обучающимися под руководством преподавателя комплекса учебных заданий с целью усвоения научно-теоретических основ учебной дисциплины, приобретения умений и навыков, опыта творческой деятельности.

Целью практического занятия для обучающегося является привитие обучающимся умений и навыков практической деятельности по изучаемой дисциплине.

Планируемые результаты при освоении обучающимся практических занятий:

- закрепление, углубление, расширение и детализация знаний при решении конкретных задач;
- развитие познавательных способностей, самостоятельности мышления, творческой активности;
- овладение новыми методами и методиками изучения конкретной учебной дисциплины;
- выработка способности логического осмысления полученных знаний для выполнения заданий;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

#### Требования к проведению практических занятий

- Для проведения лабораторно-практических занятий Методические указания для проведения занятий приведены в ЛИЧНОМ КАБИНЕТЕ <https://pro.guap.ru/inside> по дисциплине «Основы конструирования приборов».

11.4. Методические указания для обучающихся по выполнению лабораторных работ В ходе выполнения лабораторных работ обучающийся должен углубить и закрепить знания, практические навыки, овладеть современной методикой и техникой эксперимента в соответствии с квалификационной характеристикой обучающегося. Выполнение лабораторных работ состоит из экспериментально-практической, расчетно-аналитической частей и контрольных мероприятий.

Выполнение лабораторных работ обучающимся является неотъемлемой частью изучения дисциплины, определяемой учебным планом, и относится к средствам, обеспечивающим решение следующих основных задач обучающегося:

- приобретение навыков исследования процессов, явлений и объектов, изучаемых в рамках данной дисциплины;
- закрепление, развитие и детализация теоретических знаний, полученных на лекциях;
- получение новой информации по изучаемой дисциплине;
- приобретение навыков самостоятельной работы с лабораторным оборудованием и приборами.

#### Задание и требования к проведению лабораторных работ

Структура и форма отчета определяется заданием по текущей тематике работы.

При необходимости возможно использование Internen - ресурсов <https://yandex.ru/>; <https://mail.ru/>; [https://google.ru.](https://google.ru/)

11.5. Методические указания для обучающихся по прохождению курсового проектирования/выполнения курсовой работы

*Учебным планом не предусмотрено .*

Курсовой проект/ работа проводится с целью формирования у обучающихся опыта комплексного решения конкретных задач профессиональной деятельности.

11.6. Методические указания для обучающихся по прохождению самостоятельной работы

В ходе выполнения самостоятельной работы, обучающийся выполняет работу по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для обучающихся по заочной форме обучения, самостоятельная работа может включать в себя контрольную работу.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целесообразное планирование рабочего времени, которое позволяет им развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, помогает получить навыки повышения профессионального уровня.

Методическими материалами, направляющими самостоятельную работу обучающихся являются:

- учебно-методический материал по дисциплине;
- методические указания по выполнению контрольных работ (для обучающихся по заочной форме обучения).

11.7. Методические указания для обучающихся по прохождению текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости предусматривает контроль качества знаний обучающихся, осуществляемого в течение семестра с целью оценивания хода освоения дисциплины.

11.8. Методические указания для обучающихся по прохождению промежуточной аттестации.

Промежуточная аттестация обучающихся предусматривает оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине. Она включает в себя:

– экзамен – форма оценки знаний, полученных обучающимся в процессе изучения всей дисциплины или ее части, навыков самостоятельной работы, способности применять их для решения практических задач. Экзамен, как правило, проводится в период экзаменационной сессии и завершается аттестационной оценкой «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Лист внесения изменений в рабочую программу дисциплины

Дата внесения изменений и дополнений. Подпись внесшего изменения	Содержание изменений и дополнений	Дата и № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
<i>Мелеши</i>	Вопросы для тестов промежуточной аттестации	24.06.2024г	