


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

Кафедра № 23

УТВЕРЖДАЮ  
 Руководитель направления  
 доц., к.т.н. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  
 О.В. Тихоненкова \_\_\_\_\_  
 (инициалы, фамилия)  
  
 (подпись)  
 «23» июня 2021 г

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств»  
 (Наименование дисциплины)

Код направления подготовки/ специальности	11.05.01
Наименование направления подготовки/ специальности	Радиоэлектронные системы и комплексы
Наименование направленности	Радиолокационные системы и комплексы
Форма обучения	очная

Санкт-Петербург– 2021

Лист согласования рабочей программы дисциплины

Программу составил (а)

проф., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) А.Н. Михайлов  
 (инициалы, фамилия)

Программа одобрена на заседании кафедры № 23

«17» июня 2021 г, протокол № 6

Заведующий кафедрой № 23

проф., д.т.н., проф. \_\_\_\_\_  
 (уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) А.Р. Бестугин  
 (инициалы, фамилия)

Ответственный за ОП ВО 11.05.01(01)

доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) Н.В. Поварский  
 (инициалы, фамилия)

Заместитель директора института №2 по методической работе

доц., к.т.н., доц. \_\_\_\_\_  
 (должность, уч. степень, звание)  \_\_\_\_\_  
 (подпись, дата) О.Л. Балышева  
 (инициалы, фамилия)

## Аннотация

Дисциплина «Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств» входит в образовательную программу высшего образования – программу специалитета по направлению подготовки/ специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» направленности «Радиолокационные системы и комплексы». Дисциплина реализуется кафедрой «№23».

Дисциплина нацелена на формирование у выпускника следующих компетенций:

ОПК-1 «Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики»

ОПК-2 «Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения»

ОПК-3 «Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий»

ОПК-5 «Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий»

ОПК-6 «Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ»

ОПК-7 «Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности»

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с конструкторско-технологическим проектированием РЭС и технологической подготовкой производства

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, самостоятельная работа студента.

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

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

Язык обучения по дисциплине «русский»

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

### 1.1. Цели преподавания дисциплины

Целью преподавания дисциплины является формирование конструкторско-технологической подготовки студентов для выполнения системотехнического и схемотехнического проектирования с реализацией на базе реальных конструкторско-технологических решений.

1.2. Дисциплина входит в состав обязательной части 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
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-1 Способен представить адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	ОПК-1.В.1 владеть навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и применять соответствующий физико-математический аппарат для их формализации, анализа и принятия решения	ОПК-2.3.1 знать профильные разделы математических и естественнонаучных дисциплин ОПК-2.В.1 владеть навыками решения профессиональных задач с применением соответствующего физико-математического аппарата
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-3 Способен к логическому мышлению, обобщению, прогнозированию, постановке исследовательских задач и выбору путей их	ОПК-3.3.1 знать методы решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств с применением современных средств измерения и проектирования ОПК-3.У.1 уметь выполнять настройку вспомогательного оборудования в соответствии с параметрами анализируемых узлов и блоков

	достижения, освоению работы на современном измерительном, диагностическом и технологическом оборудовании, используемом для решения различных научно-технических задач в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	радиоэлектронных систем и устройств ОПК-3.В.1 владеть навыками использования методов решения задач анализа и расчета характеристик радиоэлектронных систем и устройств
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-5 Способен выполнять опытно-конструкторские работы с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий	ОПК-5.3.1 знать основные методы проектирования, исследования и эксплуатации специальных радиотехнических систем ОПК-5.У.1 уметь применять информационные технологии и информационно-вычислительные системы для решения научно-исследовательских и проектных задач радиотехники ОПК-5.В.1 владеть навыками решения научно-исследовательских и проектных задач с учетом требований нормативных документов в области радиоэлектронной техники и информационно-коммуникационных технологий
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-6 Способен учитывать существующие и перспективные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры при выполнении научно-исследовательской опытно-конструкторских работ	ОПК-6.3.1 знать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий ОПК-6.В.1 владеть способами и методами решения теоретических и экспериментальных задач
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-7 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для	ОПК-7.В.1 владеть навыками разработки алгоритмов решения задач в профессиональной деятельности

	решения задач профессиональной деятельности	
--	---	--

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

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

- Физика,
- Математика. Аналитическая геометрия и линейная алгебра,
- Математика. Математический анализ,
- Математика. Теория вероятностей и математическая статистика,
- Информатика,
- Радиотехнические цепи и сигналы

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

- Спутниковые радионавигационные системы,
- Радиолокационные системы и комплексы,
- Радионавигационные системы и комплексы.

## 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
		№6
1	2	3
<b>Общая трудоемкость дисциплины, ЗЕ/ (час)</b>	4/ 144	4/ 144
<b>Из них часов практической подготовки</b>		
<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)	36	36
<b>Самостоятельная работа, всего (час)</b>	40	40
<b>Вид промежуточной аттестации:</b> зачет, дифф. зачет, экзамен (Зачет, Дифф. зач, Экз. **)	Экз.	Экз.

Примечание: \* кандидатский экзамен

## 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 6					
Раздел 1. Этапы «проектирование – производство» жизненного цикла изделий. Конструктивные уровни РЭС	2				4
Раздел 2. Методологические основы проектирования РЭС	2				4
Раздел 3. Разработка требований к конструкциям РЭС. Задачи формирования и обеспечения надежности	6		8		
Раздел 4. Системы базовых несущих конструкций. Конструирование типовых деталей, узлов и устройств РЭС	4		4		4
Раздел 5. Компоновка модулей и блоков РЭС. Конструирование высших структурных уровней РЭС	4				2
Раздел 6. Теплофизическое конструирование РЭС	6		4		4
Раздел 7. Защита конструкций РЭС от внешних воздействий	4		8		4
Раздел 8. Оценка качества конструирования РЭС	2		4		2
Раздел 9. Анализ стандартов ЕСКД, Конструкторская документация и правила её оформления.	1				4
Раздел 10. Нормативно-методические основы процесса технологического проектирования на этапе подготовки производства. Сведения из ЕСКД, ЕСТД и ЕСТП по задачам подготовки производства	1				4
Раздел 11. Типовые задачи процесса подготовки производства конструкций РЭС	1		6		4
Раздел 12. Характеристика современного производства РЭС. Требования и условия реализации технологических процессов	1				4
Итого в семестре:	34		34		40
Итого	34	0	34	0	40

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
1	<p><b>Раздел 1. Этапы «проектирование – производство» жизненного цикла изделий. Конструктивные уровни РЭС</b></p> <p>Тема 1.1 - Понятия и определения стадий и этапов жизненного цикла (ЖЦ) изделий. Задачи и содержание дисциплины. Научные основы процессов проектирования. Термины и определения в области конструирования и технологического проектирования.</p> <p>Тема 1.2 - Характеристика процесса создания нового изделия. Техническое задание на проектирование. Содержание этапов проектирования изделия. Опыт-конструкторская работа (ОКР), содержание работ.</p>

	<p>Тема 1.3 – Иерархия конструктивных уровней. Модульная структура конструкций. Понятие входимости и разукрупнения конструкции. Формулировки и содержание задач конструирования на конструктивных уровнях.</p>
2	<p><b>Раздел 2. Методологические основы конструирования и технологического проектирования РЭС</b></p> <p>Тема 2.1 – Методы конструирования. Системный подход к разработке конструкции. Факторы, определяющие конструкторское решение. Содержание процесса сквозного конструкторско-технологического проектирования.</p> <p>Тема 2.2 - Задачи анализа и синтеза конструкции. Структурный и параметрический синтез конструкции.</p> <p>Тема 2.3 - Соотношение алгоритмического и эвристического труда при конструировании. База данных и база знаний конструктора РЭС. Эвристические методы и процедуры, применяемые при разработке конструкции.</p>
3	<p><b>Раздел 3. Разработка требований к конструкциям РЭС. Задачи формирования и обеспечения надежности</b></p> <p>Тема 3.1 – Структура ТЗ на разработку конструкции. Формирование технических требований и ограничений. Требования к конструкции по назначению аппаратуры. Общий перечень требований по назначению.</p> <p>Тема 3.2 – Задачи параметров на условия эксплуатации. Климатическое исполнение. Категории размещения конструкций РЭС.</p> <p>Тема 3.3 – Свойства и показатели надежности конструкций РЭС. Формирование надежности при проектировании РЭС. Задачи обеспечения надежности при изготовлении. Задачи поддержания и восстановления надежности при эксплуатации РЭС.</p>
4	<p><b>Раздел 4. Системы базовых несущих конструкций. Конструирование типовых деталей, узлов и устройств РЭС</b></p> <p>Тема 4.1 – Базовые стандартизованные методики ОКР. Понятие систем базовых несущих конструкций. Отечественные и международные стандарты на базовые несущие конструкции.</p> <p>Тема 4.2 - Требования унификации при конструировании. Методические принципы унификации на различных конструктивных уровнях.</p> <p>Тема 4.3 - Принципы выбора материала конструкционных деталей. Дерево поиска рационального решения при выборе материала.</p> <p>Тема 4.4 - Выбор сборочных соединений для корпусных деталей.</p> <p>Тема 4.5 - Выбор покрытий для деталей несущих конструкций и корпусов РЭС.</p> <p>Тема 4.6 - Конструирование печатных плат и электронных модулей РЭС. Типы конструкций печатных плат. Критерии выбора типа конструкции печатной платы. Дерево поиска рационального типа конструкции печатной платы и типового технологического процесса изготовления. Критерии выбора материала основания печатной платы. Перспективные материалы для монтажных оснований. Методы конструирования печатных плат. Методика решения типовых задач конструирования печатных плат и электронных модулей с применением современного программного обеспечения.</p> <p>Тема 4.7 - Конструирование электронных узлов с применением компонентов и технологии поверхностного монтажа. Требования по размещению и установке компонентов при поверхностном монтаже. Конструирование модулей со встроенным монтажом.</p> <p>Тема 4.8 – Конструкции микромодулей. Конструирование пленочных элементов модулей РЭС.</p> <p>Конструирование гибридно-интегральных модулей на элементной базе функциональной микроэлектроники.</p>
5	<p><b>Раздел 5. Компоновка модулей и блоков РЭС. Конструирование высших структурных уровней РЭС</b></p> <p>Тема 5.1 - Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземных и бортовых РЭС. Дерево поиска рационального варианта конструктивно-компоновочного решения и соответствующего варианта БНК.</p> <p>Тема 5.2 - Компоновка блока и расчет компоновочных характеристик. Методы</p>

	компоновки аппаратуры РЭС. Тема 5.3 - Выбор варианта конструкции шкафа и стойки. Конструирование пультов аппаратуры РЭС на базе унифицированных конструкций. Тема 5.4 - Перспективные направления развития конструкций РЭС и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений.
6	<b>Раздел 6. Теплофизическое конструирование РЭС.</b> Тема 6.1 - Тепловой режим аппаратуры РЭС. Теплообмен кондуктивный, конвективный и лучеиспусканием. Типовые конструкторские решения по обеспечению заданного теплового режима аппаратуры. Тема 6.2 - Типовые конструкции теплоотводов для различных конструктивных уровней РЭС и их применение. Тема 6.3 - Обеспечение теплового режима микроузлов, микросборок и расчет характеристик. Тема 6.4 - Обеспечение теплового режима на поверхности электронного модуля. Методика расчета теплового режима в объеме конструкции. Тема 6.5 - Методы охлаждения аппаратуры. Расчет охлаждения при естественной конвекции внутри перфорированного и герметичного кожухов. Методики расчета принудительных способов охлаждения. Системы охлаждения на тепловых трубах. Тема 6.6 - Алгоритм моделирования теплового режима аппаратуры РЭС при конструировании.
7	<b>Раздел 7. Защита конструкций РЭС от внешних воздействий.</b> Тема 7.1 - Вибростойкость и вибропрочность конструкции РЭС. Частота собственных колебаний элементов конструкции и методика расчета. Ударопрочность конструкции. Защита конструкции РЭС от ударов. Тема 7.2 - Защита конструкций бортовых РЭС от совместного действия различных механических нагрузок. Тема 7.3 - Определение амплитуды колебаний в момент резонанса. Выбор системы амортизации конструкции РЭС. Типовые конструкторские решения по амортизации бортовой аппаратуры. Выбор конструкции амортизаторов и расчет схемы установки. Тема 7.4 - Климатические факторы и их воздействие на наземную и бортовую аппаратуру. Защита конструкций аппаратуры РЭС от климатических воздействий. Тема 7.5 - Виды прочих внешних факторов и их воздействие на бортовую аппаратуру РЭС; способы защиты. Тема 7.6 - Электромагнитная совместимость конструкции. Конструкторско-технологическая характеристика способов экранирования и герметизации.
8	<b>Раздел 8. Оценка качества конструирования РЭС</b> Тема 8.1 - Показатели качества конструкции РЭС. Показатели назначения. Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции. Технологичность конструкции и показатели технологичности. Показатели уровней стандартизации и унификации. Тема 8.2 - Выбор показателей для оценки надежности конструкции. Методики расчета показателей надежности конструкции РЭС. Тема 8.3 - Методики расчета и анализа показателей качества конструкции РЭС.
9	<b>Раздел 9. Анализ стандартов ЕСКД. Конструкторская документация и правила её оформления.</b> Тема 9.1 - Стандартизация в процессах конструирования и технологического проектирования. Основная нормативная документация на конструирование. Структура системы стандартов ЕСКД. Тема 9.2 - Правила оформления конструкторских чертежей и спецификаций. Чертежи деталъно-сборочные, сборочные, общего вида, габаритные. Спецификации конструкторских чертежей. Тема 9.3 - Электронные конструкторские документы, правила выполнения.
10	<b>Раздел 10. Нормативно-методические основы процесса технологического проектирования на этапе подготовки производства. Сведения из ЕСКД, ЕСТД и ЕСТПП по задачам подготовки производства</b> Тема 10.1 - Системотехнологическое проектирование. Система стандартов ЕСТПП, структура и назначение. Технологическая документация и система стандартов ЕСТД.

	Тема 10.2 - Опытное производство. Опытный образец. Установочная партия. Анализ готовности конструкции РЭС к постановке на производство. Пути сокращения времени на освоение конструкции в производстве.
11	<b>Раздел 11. Типовые задачи процесса подготовки производства конструкций РЭС</b> Тема 11.1 - Задачи и виды работ по технологической подготовке производства РЭС. Тема 11.2 - Типовые задачи технологического проектирования при подготовке производства и освоении изделия. Тема 11.3 - Информационная поддержка процессов технологического проектирования и изготовления изделия. Основные положения концепции CALS/ИПИ. Задача создания единой информационной среды предприятия. Системы, решающие задачи CALS/ИПИ. Методология представления и обмена данными в ИПИ-технологиях. Управление процессами PDM системой.
12	<b>Раздел 12. Характеристика современного производства РЭС. Требования и условия реализации технологических процессов.</b> Тема 12.1 - Организационно-технологические структуры организаций и предприятий. Характеристика проектно-производственной организации. Интегрированные производственные системы (ИПС). Быстротемность и гибкость как основные цели создания ИПС. Автоматизация технологических процессов на принципах гибкой технологии. Тема 12.2 - Структура интегрированной автоматизированной производственной системы. Области рационального применения автоматизированных производственных систем и комплексов. Качество функционирования производственной системы.

#### 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 6				
1	1. Цикл ЛР по конструированию модулей РЭС на основе печатных плат	2		4
2	2. Цикл ЛР по конструированию микромодулей	2		4
3	3. Цикл работ по исследованию теплового режима РЭС и ее элементов	42		6
4	4. Цикл работ по исследованию механической устойчивости РЭС	4		7
5	5. Цикл работ по исследованию	4		3

показателей надежности РЭС				
6	6. Исследование показателей восстановления и готовности РЭС	2		3
7	7. Исследование и оценка технологичности конструкции модуля РЭС	4		11
8	8. Исследование и расчет показателей качества конструкции РЭС	4		8
9	9. Исследование операций входного контроля комплектации	2		11
10	10. Исследование технологической системы с применением имитационного моделирования	2		10-12
11	11. Определение оптимального размера партии изделий, запускаемых в производств	2		10-12
12	12. Построение и исследование моделей процессов по методике IDEFO	2		10-12
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 6, час
1	2	3
Изучение теоретического материала дисциплины (ТО)	4	4
Курсовое проектирование (КП, КР)	6	6
Расчетно-графические задания (РГЗ)	4	4
Выполнение реферата (Р)	4	4
Подготовка к текущему контролю успеваемости (ТКУ)	6	6
Домашнее задание (ДЗ)	4	4
Контрольные работы заочников (КРЗ)	6	6
Подготовка к промежуточной аттестации (ПА)	6	6
Всего:	40	40

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 – П33	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», 2007. – 368 с. <a href="http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie">http://umo.eltech.ru/umo/metodicheskoeobespechenie</a>	5
681.2 Л25	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>	100
	3. Конструирование электронных узлов измерительно-вычислительных комплексов для студентов заочного обучения. Программа.Методические указания для студентов заочного обучения.- СПбГУАП. СПб. 2006. - 20с	20
	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.	100
О04.4 А-22	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. Ямгурин 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 АСНИКА для проектирования высоконадежных радиоэлектронных средств на принципах CALS-технологий. Том 1 / Под ред. Кофанова Ю.Н., Малюткина 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
	Не предусмотрено

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 таблице 12.

Таблица 12 – Состав материально-технической базы

№ п/п	Наименование составной части материально-технической базы	Номер аудитории (при необходимости)
1	Лекционная аудитория	14-06
2	Мультимедийная лекционная аудитория	14-06

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

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	Характеристика сформированных компетенций
5-балльная шкала	
«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; – умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи; – делает выводы и обобщения; – свободно владеет системой специализированных понятий.
«хорошо» «зачтено»	– обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы; – не допускает существенных неточностей; – увязывает усвоенные знания с практической деятельностью направления; – аргументирует научные положения; – делает выводы и обобщения; – владеет системой специализированных понятий.
«удовлетворительно» «зачтено»	– обучающийся усвоил только основной программный материал, по существу излагает его, опираясь на знания только основной литературы; – допускает несущественные ошибки и неточности; – испытывает затруднения в практическом применении знаний направления; – слабо аргументирует научные положения; – затрудняется в формулировании выводов и обобщений; – частично владеет системой специализированных понятий.
«неудовлетворительно» «не зачтено»	– обучающийся не усвоил значительной части программного материала; – допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении проблем в конкретном направлении; – испытывает трудности в практическом применении знаний; – не может аргументировать научные положения; – не формулирует выводов и обобщений.

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
1.	Понятия и определения стадий и этапов жизненного цикла (ЖЦ) изделий.	ОПК-3.3.1
2.	Характеристика процесса создания нового изделия.	ОПК-3.3.1
3.	Техническое задание на проектирование.	ОПК-3.3.1

4.	Содержание этапов проектирования изделия.	ОПК-3.3.1
5.	Опытно-конструкторская работа (ОКР), содержание работ.	ОПК-3.3.1
6.	Иерархия конструктивных уровней. Модульная структура конструкций.	ОПК-3.3.1
7.	Формулировки и содержание задач конструирования на конструктивных уровнях.	ОПК-5.3.1
8.	Методы конструирования.	ОПК-5.3.1
9.	Системный подход к разработке конструкции.	ОПК-5.3.1
10.	Факторы, определяющие конструкторское решение.	ОПК-5.3.1
11.	Содержание процесса сквозного конструкторско-технологического проектирования.	ОПК-5.3.1
12.	Задачи анализа и синтеза конструкции.	ОПК-5.У.1
13.	Структурный и параметрический синтез конструкции.	ОПК-5.У.1
14.	Соотношение алгоритмического и эвристического труда при конструировании.	ОПК-5.У.1
15.	База данных и база знаний конструктора РЭС.	ОПК-5.3.1
16.	Эвристические методы и процедуры, применяемые при разработке конструкции.	ОПК-5.3.1
17.	Структура ТЗ на разработку конструкции.	ОПК-5.3.1
18.	Формирование технических требований и ограничений.	ОПК-5.3.1
19.	Требования к конструкции по назначению аппаратуры. Общий перечень требований по назначению.	ОПК-5.В.1
20.	Методы конструирования печатных плат.	ОПК-7.В.1
21.	Методики решения типовых задач конструирования печатных плат и электронных модулей с применением современного программного обеспечения.	ОПК-7.В.1
22.	Конструирование электронных узлов с применением компонентов и технологии поверхностного монтажа.	ОПК-7.В.1
23.	Конструкции микромодулей. Конструирование пассивных элементов модулей РЭС.	ОПК-7.В.1
24.	Критерии выбора рациональной конструкции корпуса для наземных и бортовых РЭС.	ОПК-7.В.1
25.	Дерево поиска рационального варианта конструктивно-компоновочного решения и соответствующего варианта БНК.	ОПК-7.В.1
26.	Компоновка блока и расчет компоновочных характеристик.	ОПК-7.В.1
27.	Методы компоновки аппаратуры РЭС.	ОПК-7.В.1
28.	Выбор варианта конструкции шкафа и стойки.	ОПК-7.В.1
29.	Перспективные направления развития конструкций РЭС и прогнозирующая оценка аппаратуры следующих поколений.	ОПК-7.В.1
30.	Тепловой режим аппаратуры РЭС.	ОПК-1.В.1
31.	Теплообмен кондуктивный, конвективный и лучеиспусканием.	ОПК-1.В.1
32.	Обеспечение теплового режима микроузлов, микросборок и расчет характеристик.	ОПК-1.В.1
33.	Обеспечение теплового режима на поверхности электронного модуля.	ОПК-1.В.1
34.	Методика расчета теплового режима в объеме конструкции.	ОПК-1.В.1
35.	Методы охлаждения аппаратуры.	ОПК-1.В.1
36.	Расчет охлаждения при естественной конвекции внутри перфорированного и герметичного кожухов. Методики расчета принудительных способов охлаждения.	ОПК-1.В.1
37.	Вибростойчивость и вибропрочность конструкции РЭС.	ОПК-2.3.1
38.	Частота собственных колебаний элементов конструкции и методика расчета.	ОПК-2.3.1
39.	Ударопрочность конструкции. Защита конструкции РЭС от ударов.	ОПК-2.3.1
40.	Определение амплитуды колебаний в момент резонанса.	ОПК-2.3.1

41.	Выбор системы амортизации конструкции РЭС.	ОПК-2.В.1
42.	Типовые конструкторские решения по амортизации бортовой аппаратуры.	ОПК-2.В.1
43.	Показатели качества конструкции РЭС.	ОПК-5.В.1
44.	Показатели назначения.	ОПК-5.В.1
45.	Показатели уровней миниатюризации и интеграции конструкции.	ОПК-5.В.1
46.	Технологичность конструкции и показатели технологичности.	ОПК-5.В.1
47.	Задачи и виды работ по технологической подготовке производства РЭС.	ОПК-6.3.1
48.	Типовые задачи технологического проектирования при подготовке производства и освоения изделия.	ОПК-6.3.1
49.	Информационная поддержка процессов технологического проектирования и изготовления изделия. Основные положения концепции CALS/ИПИ.	ОПК-6.3.1
50.	Задача создания единой информационной среды предприятия.	ОПК-6.В.1
51.	Системы, решающие задачи CALS/ИПИ.	ОПК-6.В.1
52.	Методология представления и обмена данными в ИПИ-технологиях.	ОПК-6.В.1
53.	Управление процессами PDM системой.	ОПК-6.В.1
54.	Организационно-технологические структуры организаций и предприятий.	ОПК-6.В.1
55.	Интегрированные производственные системы (ИПС).	ОПК-6.В.1
56.	Автоматизация технологических процессов на принципах гибкой технологии.	ОПК-6.В.1

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
	Не предусмотрено	

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.

##### 11.2. 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 Интернет - ресурсов <https://yandex.ru/>:  
<https://mail.ru/>: [https://google.ru.](https://google.ru/)

##### 11.3. 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.

В процессе выполнения самостоятельной работы, у обучающегося формируется целостное 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).

##### 11.4. 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».

Система оценок при проведении промежуточной аттестации осуществляется в соответствии с требованиями Положений «О текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов ГУАП, обучающихся по программам высшего образования» и «О модульно-рейтинговой системе оценки качества учебной работы студентов в ГУАП».

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