

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

_____ Страхов С.Ю.

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС

Направление/специальность подготовки	11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы
Специализация/профиль/программа подготовки	Радиолокационные системы и комплексы
Уровень высшего образования	Специалитет
Форма обучения	Очная
Факультет	И Информационные и управляющие системы
Выпускающая кафедра	И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
Кафедра-разработчик рабочей программы	И2 Инжиниринг и менеджмент качества

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
4	8	3	108	68	34	0	34	40	0	0	40	диф. зач.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

год набора группы: 2026

Программу составили:

Кафедра И2 Инжиниринг и менеджмент качества
Колыванов Алексей Юрьевич, старший преподаватель

Кафедра И2 Инжиниринг и менеджмент качества
Колыванов Алексей Юрьевич, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **И2 Инжиниринг и менеджмент качества**

Заведующий кафедрой Тимченко В.В., к.пед.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

И4 РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Заведующий кафедрой Сотникова Н.В., к.т.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-4 — Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных

ПК-2 — Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-4

знания:

на уровне представлений:

- представлений о системном подходе, как основе процесса инженерного проектирования;
- представления о современной системе стандартов, регулирующих деятельность при

производстве РЭС;

на уровне воспроизведения:

- основных понятий в области конструирования;
- качественных и количественных характеристик надежности и их взаимосвязи;

на уровне понимания:

- взаимосвязи конструирования, производства РЭС;
- методов и средств обеспечения и повышения качества конструирования и производства РЭС;

умения:

теоретические:

- применение методов конструирования РЭС;

практические:

- расчет конструкций РЭС, выбора техпроцесса производства современных радиотехнических устройств и систем;

навыки:

- навыков конструкторско-технологического проектирования типовых модульных конструкций РЭС различного уровня ;

- применение НД и справочной литературы в области конструирования и производства РЭС;

- проведение расчетов конструкций РЭС.

ПК-2

знания:

на уровне представлений:

- представлений о системном подходе, как основе процесса инженерного проектирования;
- представления о современной системе стандартов, регулирующих деятельность при

производстве РЭС;

- представлений о современных конструктивных и технологических возможностях создания РЭС;

- представление о производстве и эксплуатации современных радиотехнических устройств и систем ;

на уровне воспроизведения;

умения:

на уровне представлений:

- основных понятий в области конструирования;
- качественных и количественных характеристик надежности и их взаимосвязи;

на уровне понимания:

- взаимосвязи конструирования, производства РЭС;
- методов и средств обеспечения и повышения качества конструирования и производства РЭС.;

теоретические:

- применение методов конструирования РЭС;

практические:

- расчет конструкций РЭС, выбора техпроцесса производства современных радиотехнических устройств и систем;

- выбора техпроцесса производства современных радиотехнических устройств и систем;

навыки:

- навыков конструкторско-технологического проектирования типовых модульных конструкций РЭС различного уровня ;

- применение НД и справочной литературы в области конструирования и производства РЭС;

- проведение расчетов конструкций РЭС;

-оформление НТД по результатам конструирования РЭС.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **РАДИОМАТЕРИАЛЫ И РАДИОКОМПОНЕНТЫ**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **ВЫПОЛНЕНИЕ И ЗАЩИТА ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

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

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПК-2
4	8	Раздел 1. Введение в дисциплину. Радиоэлектронные средства (РЭС). Определение. Классификации. Цель и задачи дисциплины. Конструкторско-технологическое проектирование, как этап полного жизненного цикла (ПЖЦ) выхода наукоемкой продукции на товарный рынок. Техническая документация. Стандартизация. Техническая подготовка производства. Понятие об управлении качеством.	6	4	2	2	2	5	5
4	8	Раздел 2. Конструирование РЭС. Общие вопросы. Внешние факторы, влияющие на конструкцию: механические, климатические и радиационные. Технические требования к РЭС. Иерархическая схема типовых конструктивных уровней РЭС на основе базовых несущих конструкций (БНК). Определения составляющих конструкцию эле-ментов. Элементная база РЭС. Пассивные и активные элементы. Кон-структорско-технологические параметры. Модули нулевого уровня. Типы корпусов микросхем, резисторов и конденсаторов. Модули первого уровня. Конструкции. ТЭЗ. Модули второго уровня. Виды компоновки. Элементы конструкции. Модули третьего уровня. Виды компоновки. Элементы кон-струкции. Этапы конструирования РЭС. Документация. Правила оформления. Комплектность.	10	8	4	4	2	10	10
4	8	Раздел 3. Основы проектирования технологических процессов (ТП) производства РЭС. Основные понятия. Виды ТП. Этапы разработки ТП. Показатели качества. Точность параметров РЭС. ЕСДП. Погрешности. Допуск. Задание точности. Качество поверхности. Классы шероховатости.	10	8	4	4	2	5	5
4	8	Раздел 4. Технология изготовления микросхем. Определения. Классификации микросхем. Материалы. Классификация. Свойства. Характеристики. Базовые технологические процессы. Технология получения монокристаллических пластин кремния. Этапы. Оборудование. Литография. Сущность. Виды. Характеристики. Изготовление фотошаблонов и масок. Легирование. Термодиффузия. Ионная имплантация. Нанесение тонких пленок. Методы: термоваку-умное испарение, распыление ионной бомбардировкой. Толсто-пленочная технология. Трафаретная печать, вжигание паст. Интегральные структуры полупроводниковых микросхем. Монтаж: крепление подложек и полупроводниковых кристал-лов, пайка, микросварка. Герметизация микросхем. Методы. Типы корпусов.	10	4	4	0	6	10	10
4	8	Раздел 5. Технология изготовления печатных узлов. Печатные платы. Виды. Конструктивные характеристики. Нормативная база. Российские и зарубежные стандарты. Материалы. Классификация. Свойства. Характеристики. Базовые ТП изготовления печатных плат. Изготовление оригиналов и фотошаблонов. Получение заготовок печатных плат. Технологические процессы создания проводящего слоя. Прессование. Сборка и монтаж печатных узлов. Этапы. Индивидуальная пайка. Инструмент и оборудование. Групповые методы монтажа. Оборудование.	26	20	4	16	6	20	20
4	8	Раздел 6. Надежность конструкции РЭС. Основные понятия, используемые при оценке надежности конструкции РЭС. Ресурс. Виды отказов. Характеристики безотказности: интенсивность отказов, вероятность безотказной работы, средняя наработка на отказ. Порядок расчета надежности РЭС.	8	4	4	0	4	10	10
4	8	Раздел 7. Обеспечение надежности конструкции РЭС. Защита РЭС от механических воздействий. Реакция конструкции на механические воздействия. Конструкция как колебательная система. Расчеты на прочность конструктивных элемен-тов. Виды: проверочные, проектные, допусти-мых нагрузок. Расчет срока службы конструкции. Способы увеличения прочности конструкции. Защита от воздействия влажности и пыли. Последствия воздействия. Коррозия. Методы защиты. Покрытия. Герметизация. Защита от темпера-турных воздействий. Последствия воздействия. Способы защиты. Методы теплоотвода. Выбор способа охлаждения. Защита от электромагнитных помех. Внешние и внутренние помехи. Последствия влияния. Способы защиты. Фильтры. Экранирование.	16	8	4	4	8	15	15
4	8	Раздел 8. Электрические соединения в РЭС. Виды электрических соединений и требования к ним. Конструкции линий передач. Характеристики. Помехи. Расчеты линий передач различной конструкции: монтажные провода, печатные проводники, свитая пара, коаксиальный кабель. Волоконно-оптические линии передач. Конструкции.	6	4	4	0	2	15	15
4	8	Раздел 9. Испытания РЭС. Определение. Цели проведения. Классификация видов, методов и технологий испытаний. Программа испытаний. Типовая форма. Механические испытания. Методика и технология. Климатические испытания. Методика и технология.	16	8	4	4	8	10	10
Всего за 8 семестр			108	68	34	34	40	100	100
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
-------	----------------------	----------------------------	-------------------

	раздела дисциплины		
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Стадии разработки конструкторской документации. Технологичность конструкций .	2
2	Раздел 2. Конструирование РЭС. Общие вопросы.	Технология поверхностного монтажа компонентов (ТПМК).	4
3	Раздел 3. Основы проектирования технологических процессов (ТП) производства РЭС.	Технология поверхностного монтажа компонентов (ТПМК).	4
4	Раздел 5. Технология изготовления печатных узлов.	Типовые технологические процессы сборки и монтажа печатных узлов.	4
5		Выбор типа и технологии печатной платы. Выбор класса точности, габаритных размеров, материала, толщины, шага координатной сетки. Размещение и трассировка элементов на печатной плате Расчет параметров проводящего рисунка Расчет механической прочности печатного узла Расчет теплового режима печатного узла Оценка уровня качества конструкции. Разработка конструкторской документации на печатный узел. Разработка техпроцесса сборки печатного узла.	12
6	Раздел 7. Обеспечение надежности	Тепловые модели блоков. Конструкторские решения, обеспечивающие тепловой режим РЭС.	2
7	конструкции РЭС.	Защита конструкций РЭС от внешних воздействий.	2
8	Раздел 9. Испытания РЭС.	Механические и климатические испытания.	4
Всего за 8 семестр			34

3.3. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Введение в дисциплину.	Изучение программы по рекомендуемой литературе.	2
2	Раздел 2. Конструирование РЭС. Общие вопросы.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	1
3		Изучение программы по рекомендуемой литературе.	1
4	Раздел 3. Основы проектирования технологических процессов (ТП) производства РЭС.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	1
5		Изучение программы по рекомендуемой литературе.	1
6	Раздел 4. Технология изготовления микросхем.	Подготовка к практическим занятиям	2
7		Подготовка к контрольной работе	2
8		Изучение программы по рекомендуемой литературе.	2
9	Раздел 5. Технология изготовления печатных узлов.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания. Подготовка к контрольной работе	6
10	Раздел 6. Надежность конструкции РЭС.	Подготовка к практическим занятиям	4
11	Раздел 7. Обеспечение надежности конструкции РЭС.	Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания.	4
12		Изучение программы по рекомендуемой	4

		литературе.	
13	Раздел 8. Электрические соединения в РЭС.	Изучение программы по рекомендуемой литературе.	2
14	Раздел 9. Испытания РЭС.	Изучение программы по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	8
Всего за 8 семестр			40

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

СЕМЕСТР	НЕДЕЛИ СЕМЕСТРА																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
8				Контр.Р.	ДЗ	ДР		ДЗ, Контр.Р.		ДР				ДЗ	Контр.Р.	ДР	диф. зач.

Условные обозначения:

- ДР – диагностическая работа;
- Контр.Р. – контрольная работа;
- ДЗ – домашнее задание;
- диф. зач. – дифференцированный зачет.

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. А. А. Шука. . Электроника. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008, эл. рес.
2. В. И. Каганов, В. К. Битюков. . Основы радиоэлектроники и связи. Москва: Горячая линия-Телеком, 2018, эл. рес.
3. Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств. М.: Академия, 2007, 81 экз.
4. Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат. М.: Форум, 2011, 5 экз.
5. М. Ф. Жаркой. . Технологические основы производства полупроводниковых интегральных схем. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 40 экз.
6. М. Ф. Жаркой. . Основы конструирования и технологии производства изделий микросистемной аппаратуры. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008, 79 экз.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

не требуется.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <https://urait.ru/book/elektronika-559878> — Миловзоров О. В., Панков И. Г. Электроника — купить, читать онлайн. «Юрайт»;
2. <http://www.library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань;
4. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
5. <https://emc.tusur.ru/wp-content/uploads/2025/05/osnovy-proektirovaniya-pz-rea-verstka-4.pdf?ysclid=mnryeeuxk143073581>.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
<http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/>- КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

1. NI Multisim - академическая версия.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска;
3. NI Multisim - академическая версия.

6.3. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы*. Дисциплина реализуется на факультете *И Информационные и управляющие системы* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *И2 Инжиниринг и менеджмент качества*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:

ОПК-4 Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных;

ПК-2 Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с производством и эксплуатацией современных радиотехнических устройств и систем.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- контрольная работа;
- домашнее задание.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- дифференцированный зачет.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **3 з.е., 108 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**34 ч.**), практические занятия (**34 ч.**), самостоятельная работа студента (**40 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 ч., из них 68 ч. аудиторных занятий, и 40 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Введение в дисциплину.		
Изучение программы по рекомендуемой литературе.	В. И. Каганов, В. К. Битюков. . Основы радиоэлектроники и связи: Москва: Горячая линия-Телеком, 2018 (1) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (1)	2
Итого по разделу 1		2
Раздел 2. Конструирование РЭС. Общие вопросы.		
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	М. Ф. Жаркой. . Технологические основы производства полупроводниковых интегральных схем: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (1-3) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (2) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (2)	1
Изучение программы по рекомендуемой литературе.	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (2) М. Ф. Жаркой. . Основы конструирования и технологии производства изделий микроэлектронной аппаратуры: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2008 (1-3)	1
Итого по разделу 2		2
Раздел 3. Основы проектирования технологических процессов (ТП) производства РЭС.		
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (3) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (3)	1
Изучение программы по рекомендуемой литературе.	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (3)	1
Итого по разделу 3		2
Раздел 4. Технология изготовления микросхем.		
Подготовка к практическим занятиям	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (4)	2
Подготовка к контрольной работе	А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (4)	2
Изучение программы по рекомендуемой литературе.		2

	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (4)	
Итого по разделу 4		6
Раздел 5. Технология изготовления печатных узлов.		
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания. Подготовка к контрольной работе	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (5) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (5) Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (5)	6
Итого по разделу 5		6
Раздел 6. Надежность конструкции РЭС.		
Подготовка к практическим занятиям	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (6) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (6) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (6)	4
Итого по разделу 6		4
Раздел 7. Обеспечение надежности конструкции РЭС.		
Подготовка к практическим занятиям. Выполнение домашнего задания.	Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (7) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (7)	4
Изучение программы по рекомендуемой литературе.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (7)	4
Итого по разделу 7		8
Раздел 8. Электрические соединения в РЭС.		
Изучение программы по рекомендуемой литературе.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (8) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (8) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (8)	2
Итого по разделу 8		2
Раздел 9. Испытания РЭС.		
Изучение программы по рекомендуемой литературе. Подготовка к практическим занятиям.	Е. В. Пирогова. . Проектирование и технология печатных плат: М.: Форум, 2011 (9) А. А. Щука. . Электроника: Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008 (9) Г. Ф. Баканов, С. С. Соколов, В. Ю. Суходольский. . Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств: М.: Академия, 2007 (9)	8
Итого по разделу 9		8

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- контрольная работа;
- дифференцированный зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Решение домашних заданий представляются в печатной форме. Критерии оценивания сдачи домашней работы проходит по пяти-балльной системе и включает в себя ответы на теоретические вопросы преподавателя по теме домашнего задания (не более 3 вопросов).

Контрольная работа

Результаты выполнения каждой контрольной работы оцениваются по четырех балльной шкале («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно»).

Контрольная работа включает в себя пять теоретических вопросов. Для получения оценки «удовлетворительно» необходим ответ на три теоретических вопроса. Более высокая оценка формируется с учетом ответов на четвертый и пятый теоретический вопрос. Допускается повторное выполнение контрольных работ с целью повышения оценки.

Дифференцированный зачет

Оценка выставляется в соответствии с технологической картой

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме			Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %		НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Практические занятия		ОПК-4	ПК-2	
4	8	Раздел 1. Введение в дисциплину.	6	4	2	2	2	5	5	Домашнее задание
4	8	Раздел 2. Конструирование РЭС. Общие вопросы.	10	8	4	4	2	10	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 3. Основы проектирования технологических процессов (ТП) производства РЭС.	10	8	4	4	2	5	5	Домашнее задание, Контрольная работа
4	8	Раздел 4. Технология изготовления микросхем.	10	4	4	0	6	10	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 5. Технология изготовления печатных узлов.	26	20	4	16	6	20	20	Домашнее задание, Контрольная работа
4	8	Раздел 6. Надежность конструкции РЭС.	8	4	4	0	4	10	10	Домашнее задание
4	8	Раздел 7. Обеспечение надежности конструкции РЭС.	16	8	4	4	8	15	15	Домашнее задание
4	8	Раздел 8. Электрические соединения в РЭС.	6	4	4	0	2	15	15	Домашнее задание
4	8	Раздел 9. Испытания РЭС.	16	8	4	4	8	10	10	Контрольная работа
Всего за 8 семестр			108	68	34	34	40	100	100	
Всего по дисциплине			108	68	34	34	40	100	100	

Оценочные материалы по дисциплине ОСНОВЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЭС

ОПК-4 - Способен проводить экспериментальные исследования и владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите основные этапы проектирования радиоэлектронных систем (РЭС) и дайте краткую характеристику каждому этапу. Какие документы разрабатываются на каждом из них?

№ 2 Прочитайте текст и установите соответствие

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. Модуль нулевого уровня | А. Шкаф, стойка, прибор в отдельном корпусе (например, радиоприёмник, осциллограф) |
| 2. Модуль первого уровня | Б. Микросборка, микросхема, бескорпусной элемент |
| 3. Модуль второго уровня | В. Блок, кассета, ячейка (например, блок питания, модуль обработки сигнала) |
| 4. Модуль третьего уровня | Г. Печатная плата с навесными компонентами (например, плата контроллера, плата усилителя) |

№ 3 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильной последовательности этапы проведения экспериментального исследования характеристик радиоэлектронного устройства (РЭУ):

- А. Анализ полученных данных, выявление закономерностей, расчёт погрешностей.
- Б. Подготовка испытательного оборудования и измерительных приборов, калибровка.
- В. Постановка цели и задач эксперимента, формулировка гипотезы.
- Г. Фиксация результатов измерений в таблицах и графиках.
- Д. Проведение измерений и испытаний согласно разработанной методике.
- Е. Формулировка выводов и рекомендаций на основе анализа данных.
- Ж. Разработка методики проведения эксперимента, выбор методов измерений.

№ 4 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в верной последовательности шаги подготовки и представления результатов эксперимента по исследованию электромагнитной совместимости (ЭМС) модуля РЭС:

- А. Оформление протокола испытаний с указанием условий, оборудования, результатов и выводов.
- Б. Проведение измерений уровня излучаемых и наводимых помех с использованием экранированной камеры и анализатора спектра.
- В. Составление отчёта с графиками уровней помех, сравнением с нормативными значениями (ГОСТ, ИЕС), рекомендациями по экранированию.
- Г. Подготовка испытательной среды: настройка измерительного стенда, размещение модуля в экранированной камере.
- Д. Анализ полученных данных: сравнение с допустимыми нормами ЭМС, выявление превышений.
- Е. Разработка программы и методики испытаний (ПМИ) на ЭМС, выбор стандартов.

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой документ оформляется по итогам экспериментального исследования для фиксации условий, результатов испытаний и первичных выводов?

- А) Технический паспорт изделия.
- Б) Протокол испытаний.
- В) Спецификация компонентов.
- Г) Технологическая карта сборки.

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой метод обработки экспериментальных данных позволяет выявить зависимость между двумя

переменными и построить математическую модель этой зависимости?

- А) Расчёт среднего арифметического.
- Б) Дисперсионный анализ.
- В) Регрессионный анализ.
- Г) Метод контрольных карт Шухарта.

№ 7 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой тип конструкции чаще всего используется для размещения электронных компонентов в современных РЭС с целью обеспечения компактности и высокой плотности монтажа?

- А) Каркасная конструкция с открытыми шасси.
- Б) Многослойная печатная плата.
- В) Отдельные навесные монтажные панели.
- Г) Металлический корпус без внутренних перегородок.

№ 8 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие преимущества даёт применение модульного принципа конструирования в РЭС? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Снижение затрат на разработку и производство за счёт унификации узлов.
- Б) Увеличение массы и габаритов конечного изделия.
- В) Повышение ремонтпригодности и упрощение замены неисправных блоков.
- Г) Усложнение процесса проектирования из-за необходимости согласования интерфейсов.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие конструктивные решения применяются для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) в РЭС? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Экранирование отдельных узлов и всего корпуса.
- Б) Использование многослойных печатных плат с экранирующими слоями.
- В) Увеличение длины сигнальных проводников для снижения наводок.
- Г) Размещение всех компонентов на одной стороне печатной платы.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие меры обеспечивают эффективный теплоотвод в конструкции РЭС? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Применение радиаторов для мощных компонентов.
- Б) Использование теплопроводящих паст и прокладок.
- В) Уплотнённая компоновка компонентов без зазоров.
- Г) Организация принудительного воздушного охлаждения (вентиляторы).

№ 11 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Что такое модульный принцип конструирования РЭС? Опишите его преимущества.

№ 12 Прочитайте текст и установите соответствие

1) Потускнение (окисление) приводит к ...

2) Миграция серебра (дендриты) приводит к ...

3) Ограниченный срок хранения приводит к ...

4) Мягкость покрытия приводит к ...

А) образованию сернистых соединений, ухудшающих паяемость.

Б) риску коротких замыканий в условиях высокой влажности.

В) необходимости использования плат в течение 6–12 месяцев после производства.

Г) возможности повреждения контактных площадок при монтаже компонентов.

Д) ускорению коррозии и снижению надежности паяного соединения.

ПК-2 - Способен осуществлять проектирование конструкций электронных средств с применением современных САПР и пакетов прикладных программ

№ 1 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие особенности необходимо учитывать при проектировании конструкций РЭС для авиационного применения? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Минимально возможный вес конструкции при сохранении прочности.
- Б) Повышенная устойчивость к вибрациям и ударным нагрузкам.
- В) Максимальное количество декоративных элементов для эстетики.
- Г) Использование исключительно пластиковых корпусов без металлических элементов.

№ 2 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой тип печатной платы целесообразно использовать при проектировании компактного высокопроизводительного РЭС, где требуется высокая плотность монтажа и минимизация длины сигнальных линий?

- А) Односторонняя печатная плата.
- Б) Двусторонняя печатная плата.
- В) Многослойная печатная плата.
- Г) Гибкая печатная плата без металлизированных отверстий.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой конструктивный подход применяется при проектировании РЭС для обеспечения ремонтпригодности и возможности модернизации без замены всего устройства?

- А) Монолитная конструкция без разъёмных соединений.
- Б) Модульное построение с унифицированными блоками.
- В) Использование бескорпусных компонентов без защиты.
- Г) Компактная компоновка с максимальной плотностью монтажа без доступа к узлам.

№ 4 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Опишите основные этапы технологического процесса изготовления полупроводниковой интегральной микросхемы (ИМС). Кратко поясните суть каждого этапа.

№ 5 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

В чём заключается принцип работы и преимущества КМОП-технологии (CMOS) в микроэлектронике? Приведите примеры применения КМОП-микросхем.

№ 6 Прочитайте текст и установите соответствие

Вид соединения

Область применения и особенности

- | | |
|-------------------------------|---|
| 1. Пайка волной припоя | А. Используется для SМ-компонентов; требует предварительного нанесения паяльной пасты и оплавления в печи |
| 2. Пайка оплавлением (рефлов) | Б. Применяется для ТНТ-компонентов; плата проходит над волной расплавленного припоя, который смачивает выводы и контактные площадки |
| 3. Селективная пайка | В. Локальная пайка отдельных компонентов или участков; снижает тепловое воздействие на плату, подходит для смешанных технологий |

№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Этап монтажа

Оборудование

- | | |
|------------------------------------|---|
| 1. Нанесение паяльной пасты | А. Автомат установки компонентов (pick-and-place) |
| 2. Размещение компонентов на плате | Б. Трафаретный принтер |
| 3. Оплавление паяльной пасты | В. Конвекционная печь оплавления |

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Расположите в правильной последовательности основные этапы изготовления односторонней печатной платы (ОПП) химическим негативным методом:

- А. Нанесение защитного рисунка схемы (фоторезиста).
- Б. Сверление отверстий.
- В. Травление меди с пробельных мест.
- Г. Очистка и подготовка заготовки (медной фольги на диэлектрике).
- Д. Удаление фоторезиста.
- Е. Нанесение и сушка фоторезиста.

№ 9 Прочитайте текст и установите последовательность

Установите правильную последовательность этапов изготовления многослойной печатной платы (МПП) методом попарного прессования:

- А. Прессование внутренних слоёв с препрегом.
- Б. Изготовление внутренних слоёв (формирование рисунка).
- В. Сверление и металлизация сквозных отверстий.
- Г. Нанесение фоторезиста и формирование рисунка внешних слоёв.
- Д. Очистка и активация поверхностей перед прессованием.
- Е. Травление рисунка внешних слоёв и удаление фоторезиста.

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой этап проектирования РЭС следует сразу после утверждения технического предложения и предполагает разработку действующих макетов и эскизной конструкторской документации?

- А) Техническое проектирование.
- Б) Эскизное проектирование.
- В) Технологическая подготовка производства.
- Г) Серийное производство.

№ 11 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие методы применяются при проектировании РЭС для обеспечения ремонтпригодности в полевых условиях? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Использование сложных неразборных клеевых соединений корпуса.
- Б) Применение быстроразъёмных соединителей и модульной архитектуры.
- В) Размещение всех компонентов на одной многослойной плате без доступа.
- Г) Разработка понятной маркировки и схем расположения узлов внутри корпуса.

№ 12 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Какие конструктивные решения помогают снизить электромагнитные помехи (ЭМП) внутри корпуса РЭС на этапе проектирования? Выберите **два** правильных ответа.

- А) Разделение аналоговых и цифровых цепей на разные слои печатной платы.
- Б) Увеличение длины сигнальных проводников для снижения плотности тока.
- В) Экранирование высокочастотных модулей металлическими кожухами.
- Г) Размещение всех разъёмов с одной стороны корпуса без учёта трасс сигналов.