

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

«УТВЕРЖДАЮ»

Декан факультета радиотехники и
электроники  /В.А. Небольсин/

« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Основы конструирования и технологии производства РЭС»

Направление подготовки 11.03.01 Радиотехника

Профиль Радиотехнические средства передачи, приема и обработки сигналов

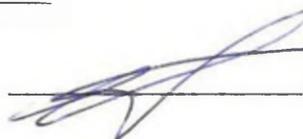
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2023

Автор программы

 /Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

 /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП

 /Останков А.В./

Воронеж 2022

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Состоит в изучении методологии разработки объемных и микроминиатюрных конструкций ЭС, организации процесса автоматизированного конструкторского проектирования с учетом требований технического задания, ограничений производства, обеспечения высокого качества, в том числе надежности, технологичности, экономической эффективности.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение методологии и организацию автоматизированного конструкторского проектирования, иерархического принципа в конструкции. Получение навыков проектирования с использованием стандартизации и элементов оригинальных разработок. Приобретение навыков разработки конструкции электронных средств в целом, составляющих модулей, электрических соединений. Практическое освоение приемов конструирования сложных электронных средств при одновременном воздействии механических и климатических факторов, воздействий электрических, магнитных и электромагнитных полей с учетом технологичности, экономичности, требований эстетики при использовании систем автоматизированного проектирования. Приобретение навыков, необходимых для оформления расчетно-конструкторской документации согласно ЕСТП, ЕСКД, ОСТП и ГОСТ.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОНОН

Дисциплина «Основы конструирования и технологии производства РЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы конструирования и технологии производства РЭС» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-4 - Способен учитывать современные тенденции развития радиоэлектроники, измерительной и вычислительной техники в своей профессиональной деятельности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-4	знать этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической и технологической документации. Этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом.
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей,

	печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР
	владеть современными программными комплексами разработки проектной, технической и технологической документации

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы конструирования и технологии производства РЭС» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		
Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		12
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	96	96
Контрольная работа		

Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы	108	108
з.е.	3	3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств	Введение. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств. Эволюция и поколения РЭС, классификация РЭС; объекты-носители и условия эксплуатации РЭС. Цикл жизни РЭС и основные этапы проектирования конструкций и технологий конкурентоспособной РЭС	4	4	12	20
2	«Основные этапы разработки РЭС. Методы проектирования. Этапы процесса проектирования»	Уровни функционального и конструктивного разукрупнения РЭС; элементная база конструкций и принципы построения конструкционных систем РЭС. Элементная база электрорадиокомпонентов РЭС: состав, основные параметры, эволюция активного элемента, порядок применения в конструкциях РЭС.	4	4	12	20
3	Теплообмен в РЭС. Защита РЭС от механических и атмосферных воздействий.	Теплообмен в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, определяющие теплообмен в РЭС. Сложный теплообмен и построение тепловых моделей конструкций РЭС. Виды и параметры механических воздействий на РЭС со стороны объекта-носителя; понятие динамического состояния конструкции и его анализ. Проблемы влагозащиты РЭС, механизмы влагопроникновения; методы и способы влагозащиты; контроль герметичности и влажности.	4	4	12	20
4	Электромагнитная совместимость РЭС. Надежность РЭС.	Паразитные электрические связи в конструкциях РЭС: источники помех, каналы их передачи и рецепторы; кондуктивная, емкостная и индуктивная паразитные связи и способы борьбы с ними. Надежность РЭС, методы оценки и обеспечения надежности. Основные понятия теории надежности РЭС. Причины возникновения отказов РЭС. Математические методы оценки надежности РЭС.	2	2	12	16
5	Контроль и прогнозирование качества РЭС. Управление качеством РЭС на предприятии	Качество изделий и удовлетворенность потребителя; объекты качества; концепции управления качеством; инструменты контроля и управления качеством; понятия и роль логистики; стандарты качества.	2	2	12	16
6	Технологические процессы в РЭС. Патентно-правовые показатели конструкции РЭС	Технологические процессы в РЭС. Основные понятия и определения. Технологический процесс изготовления печатных плат. Единая система технологической документации понятие технологичности конструкции, методы	2	2	12	16

	ее оценки и обеспечения.				
Итого		18	18	72	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств	Введение. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств. Эволюция и поколения РЭС, классификация РЭС; объекты-носители и условия эксплуатации РЭС. Цикл жизни РЭС и основные этапы проектирования конструкций и технологий конкурентоспособной РЭС	2	2	16	20
2	«Основные этапы разработки РЭС. Методы проектирования. Этапы процесса проектирования»	Уровни функционального и конструктивного разукрупнения РЭС; элементная база конструкций и принципы построения конструктивных систем РЭС. Элементная база электрорадиокомпонентов РЭС: состав, основные параметры, эволюция активного элемента, порядок применения в конструкциях РЭС.	2	2	16	20
3	Теплообмен в РЭС. Защита РЭС от механических и атмосферных воздействий.	Теплообмен в РЭС. Законы теплопроводности, конвекции и излучения, определяющие теплообмен в РЭС. Сложный теплообмен и построение тепловых моделей конструкций РЭС. Виды и параметры механических воздействий на РЭС со стороны объекта-носителя; понятие динамического состояния конструкции и его анализ. Проблемы влагозащиты РЭС, механизмы влагопроникновения; методы и способы влагозащиты; контроль герметичности и влажности.	-	-	16	16
4	Электромагнитная совместимость РЭС. Надежность РЭС.	Паразитные электрические связи в конструкциях РЭС: источники помех, каналы их передачи и рецепторы; кондуктивная, емкостная и индуктивная паразитные связи и способы борьбы с ними. Надежность РЭС, методы оценки и обеспечения надежности. Основные понятия теории надежности РЭС. Причины возникновения отказов РЭС. Математические методы оценки надежности РЭС.	-	-	16	16
5	Контроль и прогнозирование качества РЭС. Управление качеством РЭС на предприятии	Качество изделий и удовлетворенность потребителя; объекты качества; концепции управления качеством; инструменты контроля и управления качеством; понятия и роль логистики; стандарты качества.	-	-	16	16
6	Технологические процессы в РЭС. Патентно-правовые показатели конструкции РЭС	Технологические процессы в РЭС. Основные понятия и определения. Технологический процесс изготовления печатных плат. Единая система технологической документации понятие технологичности конструкции, методы ее оценки и обеспечения.	-	-	16	16
зачет						4
Итого						108
			4	4	96	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Конструирование функциональных узлов на печатной плате;
2. Компоновка элементов и блоков ЭС на печатной плате и в корпусе;
3. Расчет теплового режима электронных средств на ЭВМ;
4. Моделирование технологического процесса изготовления многослойных печатных плат;
5. Оформление комплекта конструкторской документации.

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ПК-4	знать этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической и технологической документации. Этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом.	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей, печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть современными программными комплексами разработки	Решение прикладных задач в конкретной	Выполнение работ в срок, предусмотренный в	Невыполнение работ в срок, предусмотренный

проектной, технической и технологической документации	предметной области	рабочих программах	в рабочих программах
---	--------------------	--------------------	----------------------

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 5 семестре для очной формы обучения, 7 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ПК-4	знать этапы проектирования, от постановки технического задания и технического предложения, до оформления полного комплекта технической документации. Этапы компоновки радиоэлектронных модулей, узлов и электронных средств в целом	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%
	уметь разрабатывать схемы, чертежи деталей, печатных плат, сборочных чертежей в соответствии с требованиями ЕСКД и применением современных САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%
	владеть современными программными комплексами разработки проектной и технической документации	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Что представляет собой методология решения задач конструирования РЭС?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) комплексная структура мероприятий, способствующая решению задачи в процессе успешного ее применения;
- б) это набор действий, приводящий к решению задачи;
- в) это учение о логической организации, методах и средствах какой-либо

деятельности, логика познания чего-либо, логика использования методов, моделей, средств для достижения необходимого результата;

г) все ответы неправильные.

2. Вместо одновременного проектирования подсистем в практике производят последовательное проектирование подсистем с...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) запаздыванием;

б) возвратом;

в) последовательной обратной связью;

г) все варианты правильные.

3. Особый вид проектирования, когда объектом действия является конструкция РЭС это:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) конструирование РЭС;

б) разработка техпроцесса;

в) тепловой расчет;

г) расчет прочности.

4. Какими характеристиками оценивают жизнь РЭС?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) прочность РЭС, качество РЭС;

б) механическая стойкость РЭС, качество конструкции;

в) проектирование и конструирование;

г) качество РЭС, способность РЭС удовлетворять потребностям общества по функционированию, задержка удовлетворения потребности общества в РЭС.

5. Для чего необходима систематизация и классификация факторов, влияющих на проектирование РЭС?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) чтобы наиболее эффективно организовать моделирование;

б) для контроля над качеством конструкций РЭС;

в) для выявления ошибок при проектировании;

г) чтобы наиболее эффективно организовать процесс проектирования при определенном уровне знаний о нем.

6. Какие факторы влияют на процесс проектирования и определяют результат?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) системные и условия эксплуатации;

б) факторы окружающей среды;

в) человеческие факторы;

г) все перечисленные факторы.

7. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

а) миниатюризация;

б) повышение КПД;

в) увеличение размеров радиоэлектронных модулей;

г) повышение потребляемой мощности радиоэлектронных средств.

8. Этапы развития конструкций РЭС:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) системотехнический;
- б) математический;
- в) схемотехнический;
- г) конструкторско-технологический;
- д) инновационный.

9. Показатели РЭС:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) транспортно-заготовительные;
- б) конструктивные;
- в) технологические;
- г) инновационные
- д) экономические;
- е) эксплуатационные.

10. Сколько существует категорий размещения ЭС на объекте?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) 3;
- б) 4;
- в) 5;
- г) 6.

11. Наличие паразитных связей в ЭС обусловлено:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) увеличением плотности токов в схемах;
- б) применением систем на кристалле;
- в) повышение плотности электро монтажа в пределах полупроводниковых ИМС;
- г) применение многоуровневой разводки;
- д) снижение напряжения питания.

12. ТЗ на изготовление ЭС формируется на основании ...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) назначения изделия;
- б) заявки на разработку;
- в) технических требований;
- г) желания заказчика.

13. Какие из групп факторов, определяющих ТЗ, не являются системными факторами?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) назначения;
- б) объект-носитель;
- в) условия и ограничения технологии производства;
- г) человек-оператор.

14. Места установки РЭС, характеризующиеся наименьшим и наибольшим коэффициентом влияния на надежность.

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) лабораторные благоустроенные помещения и мощная ракета;
- б) лабораторные благоустроенные помещения и самолет;
- в) стационарные наземные помещения и мощная ракета;
- г) защищенные отсеки кораблей и управляемый снаряд.

15. Под механическим колебанием элементов аппаратуры или конструкции в целом понимается:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) перегрузка;
- б) вибрация;
- в) тряска;
- г) толчки.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Выступающая часть монтажного провода над поверхностью платы не должна превышать:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) 0,5-1,6 мм;
- б) 1,6-4 мм;
- в) 0,2 мм;
- г) 4-56 мм.

2. Сколько Мбит/сек без потерь способна пропускать волоконно-оптическая линия:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) до 20;
- б) до 2000;
- в) до 500;
- г) до 2.

3. Назовите металл с самой высокой коррозионной стойкостью:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) медь (Cu);
- б) железо (Fe);
- в) алюминий (Al);
- г) свинец (Pb).

4. Защиты полыми оболочками приводит к:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) повышению трудоемкости в 2-3 раза по сравнению с монолитными;
- б) стоимость оболочек составляет 20-45% стоимости изделия;
- в) все ответы правильные;
- г) значительному уменьшению плотности компоновки.

5. Влияние влаги на РЭС приводит к изменению свойств материалов элементов Г конструкции S, в свою очередь приводящие к изменению:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) свойств самих элементов Γ , а затем - систем S ;
- б) свойств системы S , а затем элементов Γ ;
- в) повышению расходов на эксплуатацию;
- г) все ответы неправильные.

6. Нормальными климатическими условиями принято считать температуру...

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) от $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $10\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- б) от $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $45\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- в) от $+3\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- г) от $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$.

7. К чему приводит наличие влажности на поверхности полупроводниковых приборов?

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) к электрохимической и химической коррозии;
- б) к накоплению зарядов в полупроводнике под влиянием поверхностных ионов;
- в) к увеличению диэлектрической проницаемости;
- г) к потере и утечке в диэлектриках.

8. Виброчастотная характеристика объекта позволяет:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) определить собственную частоту;
- б) определить коэффициент передачи колебаний;
- в) при известном диапазоне внешних воздействий - определить защищенность объекта и предложить способ повышения защищенности;
- г) все ответы не полные.

9. Нормальными условиями принято считать

- а) $p=101325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$
- б) $p=760\text{ мм.рт.ст}$, $t=0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- в) $p=101325\text{ Па}$, $t=20^{\circ}\text{C}$
- г) $p=101,325\text{ Па}$, $T=273,15\text{ К}$

10. Вибрацию свыше 140 дБ считают:

Варианты ответа (выберите один или несколько правильных):

- а) полигармонической вибрацией;
- б) линейным ускорением;
- в) гармонической вибрацией;
- г) акустическим шумом.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. В процессе приработки электронных средств из 120 штук вышло из строя 10. Требуется вычислить вероятность исправной работы и вероятность отказа ЭС на начальном этапе эксплуатации.

Варианты ответа:

- а) 0,68 и 0,02;
- б) 0,72 и 0,04;

- в) 0,76 и 0,05;
- г) 0,82 и 0,07;
- д) 0,92 и 0,08.

2. Известно, что вероятность исправной работы ЭС на интервале времени от 100 до 200 часов составила 0,98. Число испытываемых изделий $N_0=1000$ шт., число отказов в указанном интервале – 5. Требуется найти число ЭС, исправных к моменту 100 и 200 часов.

Варианты ответа:

- а) 220 и 215;
- б) 225 и 235;
- в) 230 и 240;
- г) 240 и 240;
- д) 250 и 245.

3. Интенсивность отказов радиоэлектронных компонентов зависит от времени и выражается функцией ожидаемой интенсивности отказа

$\lambda(t) = \frac{k^2 t}{1 + kt}$. Требуется найти зависимость от времени вероятности безотказной работы изделия. Определить вероятность безотказной работы за 100 часов, если $k=2 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.

Варианты ответа:

- а) 0,975;
- б) 0,897;
- в) 0,998;
- г) 0,796;
- д) 0,97.

4. Время восстановления ЭС равно 5 часам при вероятности безотказной работы 0,9 и времени выполнения задания $P(t_3)=0,81$. Требуется рассчитать: время работы; коэффициент готовности; время наработки на отказ.

Варианты ответа:

- а) 32 часа; 0,485; 10,3 часа;
- б) 47 часов; 0,562; 12 часов;
- в) 64 часа; 0,729; 13,5 часов;
- г) 72 часа; 0,853; 15,5 часов;
- д) 82 часа; 0,922; 17,5 часов.

5. Радиоэлектронная система состоит из пяти резервных блоков. Вероятность отказа каждого из блоков за время t равна 0,25. Требуется определить вероятность того, что за время t будет исправен хотя бы один блок; откажут все пять блоков.

Варианты ответа:

- а) 0,011; 0,002;
- б) 0,013; 0,011;
- в) 0,012; 0,001;
- г) 0,015; 0,022;
- д) 0,015; 0,001.

6. Радиоэлектронное средство состоит из трех модулей, с интенсивностями отказов: $\lambda_1=10^{-6}$ ч⁻¹; $\lambda_2=10^{-5}$ ч⁻¹; $\lambda_3=10^{-4}$ ч⁻¹. Второй модуль проработал исправно 100 часов, а третий 200 часов. Первый модуль работал исправно 300 часов. Требуется найти вероятность безотказной работы всего радиоэлектронного средства за 300 часов работы.

Варианты ответа:

- а) 0,967;
- б) 0,972;
- в) 0,981;
- г) 0,985;
- д) 0,992.

7. Амперметр с пределами измерений I_n показывает I_x . Погрешность от подключения амперметра в цепь Δ_s . Среднее квадратическое отклонение показаний прибора σ_I . Требуется рассчитать доверительный интервал для истинного значения измеряемой силы тока I с вероятностью $P = 0,9544$ ($t_p=2$). Исходные данные: $I_n = 10$ А, $I_x = 9$ А, $\Delta_s = +0,4$ А, $\sigma_I = 0,4$ А.

Варианты ответа:

- а) [6,2; 7,8];
- б) [6,9; 8,3];
- в) [7,8; 9,4];
- г) [8,4; 8,9];
- д) [9,0; 9,9].

8. Определите потери в свободном пространстве сигнала с частотой 30 ГГц при распространении на расстояние 1 км в размах и дБ.

Варианты ответа:

- а) $1,12 \cdot 10^{10}$ раз и 251,1 дБ;
- б) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ;
- в) $1,22 \cdot 10^9$ раз и 96,33 дБ;
- г) $1,22 \cdot 10^{14}$ раз и 144,11 дБ;
- д) $1,58 \cdot 10^{12}$ раз и 121,98 дБ.

9. Требуется изолировать плоскую поверхность таким образом, чтобы потеря тепла с единицы поверхности в единицу времени была не больше 450 Вт/м². Под изоляцией температура поверхности 450 °С, а температура внешней поверхности теплоизоляции 50 °С. Требуется определить толщину изоляции если: а) изоляция сделана из совелита ($\lambda=0,09+0,0000872 \cdot t$ Вт/(м·К)); б) изоляция сделана из асботермита ($\lambda=0,109+0,000146 \cdot t$ Вт/(м·К)).

Варианты ответа:

- а) $\delta_1=0,0994$ м; $\delta_2=0,129$ м;
- б) $\delta_1=0,0788$ м; $\delta_2=0,11$ м;
- в) $\delta_1=0,12$ м; $\delta_2=0,33$ м;
- г) $\delta_1=1,2998$ м; $\delta_2=0,312$ м;
- д) $\delta_1=0,0054$ м; $\delta_2=0,009$ м.

10. Пластинчатый радиатор длиной $l=0,2$ м, шириной $a=0,15$ м охлаждается обтекаемым потоком воздуха с температурой $t_0=20^{\circ}\text{C}$. Скорость набегающего потока воздуха $w_0=3\text{м/с}$. Температура поверхности радиатора $t_p=90^{\circ}\text{C}$. Найдите коэффициент теплоотдачи радиатора и количество отдаваемой теплоты. Следует считать режим движения воздушной среды ламинарным и охлаждается только одна сторона радиатора.

Варианты ответа:

- а) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=2,65 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=8 \text{ Вт}$;
- б) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=4,87 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=10 \text{ Вт}$;
- в) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=5,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=12 \text{ Вт}$;
- г) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=6,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=14 \text{ Вт}$;
- д) Коэффициент теплоотдачи $\alpha=7,52 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$; $Q=15 \text{ Вт}$.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Конструкция ЭС как система. В чём разница понятий “радиоэлектронные средства” и “электронные средства”? Дайте понятие конструированию ЭС.
2. Свойства конструкций ЭС. Структурные уровни. Что характеризует структура конструкции ЭС? Чем она определяется?
3. Как можно представить абстрактную модель конструкции ЭС? Почему формализация процесса конструирования ЭС с математической точки зрения является плохо формулируемой задачей?
4. Классификация электронных средств.
5. Факторы окружающей среды влияющие на работу ЭС. Как влияет температура и влажность на ЭС?
6. Требования к ЭС летательных аппаратов. Каким образом влияет пыль и песок на ЭС?
7. Разновидности фонового излучения. Вредные факторы биологической среды.
8. Характер и вид конструкторских работ и организация творческой работы при проектировании ЭС.
9. Характер и вид конструкторских работ. Организация творческой работы конструктора. Что включает в себя поисковая стадия творческой работы конструктора?
10. Общая методология конструирования ЭС. Каким целям служит стадия вариационного анализа? Охарактеризуйте геометрический метод конструирования ЭС.
11. Эвристический метод конструирования ЭС. Этапы автоматического конструирования ЭС.
12. Стадии разработки ЭС. Техническое задание как стадия разработки ЭС.
13. Выбор метода конструирования.
14. Конструкторская документация. Какие Вы знаете графические КД?

текстовые КД?

15. Какие типы корпусов ИС отвечают требованиям “поверхностного монтажа”? Особенности блоков касетной компоновки.

16. Конструкционные системы и иерархическая соподчиненность уровней ЭС.

17. Основные виды конструкционных систем.

18. Выбор несущих конструкций и корпусирование блоков и устройств.

19. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Какие группы стандартов ЕСКД вы знаете?

20. Унификация ЭС. Что такое типизация? Дайте определение понятию агрегатирование.

21. Технологические процессы в РЭС. Основные понятия и определения.

22. Технологический процесс изготовления печатных плат.

23. Технологические процессы производства интегральных схем.

24. Технологический процесс производства тонкопленочных и толстопленочных микросхем.

25. Патентно-правовые показатели конструкции РЭС.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Экзамен не предусмотрен учебным планом.

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается 5 баллами, задача оценивается 10 баллами. Максимальное количество набранных баллов – 25.

Оценка «незачтено» ставится в случае, если студент набрал менее 10 баллов.

Оценка «зачтено» ставится, если студент набрал от 10 до 25 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (темы)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Введение. Основные проблемы конструирования и производства радиоэлектронных средств	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
2	«Основные этапы разработки РЭС. Методы проектирования. Этапы	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос

	процесса проектирования»		
3	Теплообмен в РЭС. Защита РЭС от механических и атмосферных воздействий.	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
4	Электромагнитная совместимость РЭС. Надежность РЭС.	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
5	Контроль и прогнозирование качества РЭС. Управление качеством РЭС на предприятии	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос
6	Технологические процессы в РЭС. Патентно-правовые показатели конструкции РЭС	ПК-4	Тест, зачет, устный опрос

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8. УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Иванова, Н.Ю. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.Б. Романова; Н.Ю. Иванова. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2013. - 121 с. URL: <http://www.iprbookshop.ru/66462.html>
2. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 120 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4930
3. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 2): Учебное пособие / Томск : ТУСУР – 2012. 132 с. URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4929
4. Башкиров А.В., Чирков О.Н. Учебно-методический комплекс дисциплины «Основы конструирования электронных средств»: учеб. пособие [Электронный ресурс]. / Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГТУ», 2015. – 113 с.
5. Астахов Н.В., Башкиров А.В. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы конструирования электронных средств» для направления 211000.62 "Конструирование и технология электронных средств", профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств» для всех форм обучения, - Воронеж : ВГТУ, 2014. - 49 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программный комплекс «Компас 3D LT», расчетная программа на ЭВМ «D5.exe для проведения расчета надежности и виброустойчивости различных конструкций РЭС».

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Для проведения лекционных занятий необходима аудитория, оснащенная видеопроектором с экраном и пособиями по профилю.

Компьютерный класс, оснащенный ПЭВМ с установленным программным обеспечением, ауд. 234/3, 226/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Основы конструирования и технологии производства РЭС» читаются лекции, проводятся лабораторные занятия.

Лекции представляют собой систематическое, последовательное изложение учебного материала. Это – одна из важнейших форм учебного процесса и один из основных методов преподавания в вузе. На лекциях от студента требуется не просто внимание, но и самостоятельное оформление конспекта. Качественный конспект должен легко восприниматься зрительно, в эго тексте следует соблюдать абзацы, выделять заголовки, пронумеровать формулы, подчеркнуть термины. В качестве ценного совета рекомендуется записывать не каждое слово лектора (иначе можно потерять мысль и начать писать автоматически, не вникая в смысл), а постараться понять основную мысль лектора, а затем записать, используя понятные сокращения.

- Лабораторные занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных занятий для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.

- Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;
- выполнение домашних заданий и типовых расчетов;
- работа над темами для самостоятельного изучения;
- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;
- подготовка к зачетам и экзаменам.

Кроме базовых учебников рекомендуется самостоятельно использовать имеющиеся в библиотеке учебно-методические пособия. Независимо от вида учебника, работа с ним должна происходить в течение всего семестра. Эффективнее работать с учебником не после, а перед лекцией.

При ознакомлении с каким-либо разделом рекомендуется прочитать его целиком, стараясь уловить общую логику изложения темы. При повторном чтении хорошо акцентировать внимание на ключевых вопросах и основных теоремах (формулах). Можно составить их краткий конспект.

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (зачет).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Зачет – форма проверки знаний и навыков, полученных на лекционных и практических занятиях. Сдача всех зачетов, предусмотренных учебным планом на данный семестр, является обязательным условием для допуска к экзаменационной сессии.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
лабораторные занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Подготовка к зачету	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.