

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета _____ В.А. Небольсин
«31» августа 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
ФТД.02 «Сопряженное проектирование РЭС»

Направление подготовки (специальность) 11.04.03 Конструирование и технология электронных средств

Магистерская программа «Автоматизированное проектирование и технология радиоэлектронных средств специального назначения»

Квалификация выпускника Магистр

Нормативный период обучения 2 года / 2 года 3 месяца

Форма обучения Очная / Заочная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы _____ /Пирогов А.А./

Заведующий кафедрой
конструирования и производства
радиоаппаратуры _____ /Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП _____ /Башкиров А.В./

Воронеж 2021

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

состоит в изучении принципов построения приборов и систем и привитие навыков их проектирования.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Освоение современной классификации приборов, изучение функциональной структуры приборов и их компонентов; изучение основных сведений о физических основах и принципах построения приборов и систем и о перспективах их развития; изучение моделей преобразования информации и сигналов в приборах и приборных системах; изучение влияния помех на передачу сигнала в измерительных системах; освоение системного подхода к проектированию приборов; изучение основных характеристик приборов и освоение методов их расчета и прогнозирования; изучение основных этапов проектирования приборов и тенденций их развития.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Сопряженное проектирование РЭС» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений, блока ФТД учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Сопряженное проектирование РЭС» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 – способен определять цели, осуществлять постановку задач проектирования электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения, подготавливать технические задания на выполнение проектных работ

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-2	Знать принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов, этапы разработки РЭС
	Уметь рассчитывать режимы работы электронных средств
	Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Сопряженное проектирование РЭС» составляет 2 зачетных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	36	36			
В том числе:					
Лекции	18	18			
Практические занятия (ПЗ)	18	18			
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа	36	36			
Курсовой проект					
Контрольная работа					
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен					
Общая трудоемкость	час	72	72		
	зачет. ед.	2	2		

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		2			
Аудиторные занятия (всего)	6	6			
В том числе:					
Лекции	2	2			
Практические занятия (ПЗ)	4	4			
Лабораторные работы (ЛР)					
Самостоятельная работа	62	62			
Курсовой проект					
Часы на контроль	4	4			
Вид промежуточной аттестации – зачет	+	+			
Вид промежуточной аттестации – экзамен					
Общая трудоемкость	час	72	72		
	зачет. ед.	2	2		

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	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы и классификация приборов и измерительных систем	Место и роль приборов в системах управления технологическими процессами и производством. Определение измерительного прибора, измерительной установки, измерительной системы, измерительно-вычислительного комплекса. Анализ классификаций измерительных приборов и измерительных систем по различным признакам. Обобщенная функциональная структура измерительных приборов и систем. Элементы и блоки приборов и систем: элементы сравнения, логические элементы, исполнительные и индикаторные устройства и др.	3	3		6	12
2	Основные характеристики измерительных приборов систем.	Метрологическая характеристика, ее разновидности. Чувствительность и пороги чувствительности, временное и пространственное разрешение, диапазон измерений, вариации показаний, градуировочные характеристики. Калибровка приборов. Импульсная, частотная и передаточная характеристики приборов и систем. Надежность средств измерений, понятия метрологической надежности и метрологического отказа, понятие метрологичности прибора как характеристики надежности.	3	3		6	12
3	Измерительные сигналы в приборах	Типы измерительных сигналов. Математическое описание сигналов. Понятие о квантовании и кодировании сигналов в приборах. Цифровые коды. Характеристика сигналов и передача информации в производственных системах.	3	3		6	12
4	Преобразование измерительных сигналов в приборах.	Понятие измерительного преобразователя, первичного измерительного преобразователя, датчика. Классификации преобразователей датчиков, краткие физические основы функционирования преобразователей различных классов. Преобразователи различных физических величин и полей. Взаимосвязь и обратимость преобразователей. Основные характеристики датчиков. Принципы выбора элементов измерительных систем при проектировании.	3	3		6	12
5	Методы расчетов характеристик прибора.	Основы расчета статических метрологических характеристик прибора. Основы расчета импульсных, переходных и амплитудно-частотных измерительных характеристик каналов приборов. Количество информации как общий показатель назначения прибора, расчет. Оценка метрологической надежности и метрологического отказа прибора как средства измерения.	3	3		6	12
6	Этапы проектирования приборов и систем.	Смысловое назначение и содержание основных этапов проектирования как процедура моделирования, их зависимость от системы целей и постановки задачи проектирования. Системный подход к процедурам проектирования, методы вариационного и функционально-параметрического проектирования.	3	3		6	12
Итого			18	18		36	72

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основы и классификация приборов и измерительных систем	Место и роль приборов в системах управления технологическими процессами и производством. Определение измерительного прибора, измерительной установки, измерительной системы, измерительно-вычислительного комплекса. Анализ классификаций измерительных приборов и измерительных систем по различным признакам. Обобщенная функциональная структура измерительных приборов и систем. Элементы и блоки приборов и систем: элементы сравнения, логические элементы, исполнительные и индикаторные устройства и др.	1			10	11
2	Основные характеристики измерительных приборов систем.	Метрологическая характеристика, ее разновидности. Чувствительность и пороги чувствительности, временное и пространственное разрешение, диапазон измерений, вариации показаний, градуировочные характеристики. Калибровка приборов. Импульсная, частотная и передаточная характеристики приборов и систем. Надежность средств измерений, понятия метрологической надежности и метрологического отказа, понятие метрологичности прибора как характеристики надежности.	1			12	13
3	Измерительные сигналы в приборах	Типы измерительных сигналов. Математическое описание сигналов. Понятие о квантовании и кодировании сигналов в приборах. Цифровые коды. Характеристика сигналов и передача информации в производственных системах.		1		10	11
4	Преобразование измерительных сигналов в приборах.	Понятие измерительного преобразователя, первичного измерительного преобразователя, датчика. Классификации преобразователей датчиков, краткие физические основы функционирования преобразователей различных классов. Преобразователи различных физических величин и полей. Взаимосвязь и обратимость преобразователей. Основные характеристики датчиков. Принципы выбора элементов измерительных систем при проектировании.		1		10	11
5	Методы расчетов характеристик прибора.	Основы расчета статических метрологических характеристик прибора. Основы расчета импульсных, переходных и амплитудно-частотных измерительных характеристик каналов приборов. Количество информации как общий показатель назначения прибора, расчет. Оценка метрологической надежности и метрологического отказа прибора как средства измерения.		1		10	11
6	Этапы проектирования приборов и систем.	Смысловое назначение и содержание основных этапов проектирования как процедура моделирования, их зависимость от системы целей и постановки задачи проектирования. Системный подход к процедурам проектирования, методы вариационного и функционально-параметрического проектирования.		1		10	11
Итого			2	4		62	68

5.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом

5.3 Перечень практических работ

1. Построение функциональной структуры прибора по заданной блок-схеме алгоритма измерений
2. Анализ заданных условий эксплуатации, ранжирование требований к элементам функциональной структуры
3. Выбор принципа преобразователя информации в заданных условиях для выбранной функциональной структуры
4. Выбор и обоснование преобразователей информации и функциональных компонентов для выбранной функциональной структуры
5. Расчет статических и динамических характеристик прибора полученной функциональной структуры
6. Синтез и оптимизация функциональных структур приборов.
7. Типовой алгоритм проектирования приборов и измерительных систем

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

Курсовые проекты (работы) не предусмотрены учебным планом

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

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-2	Знать принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов, этапы разработки РЭС	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

Уметь рассчитывать режимы работы электронных средств	Решение стандартных практических задач, написание курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсового проекта	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл	Неудовл
ПК-2	Знать принципы построения и функционирования электронных средств и технологических процессов, этапы разработки РЭС	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Уметь рассчитывать режимы работы электронных средств	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	Владеть навыками выбора теоретических и экспериментальных методов исследований	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типичные 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. Учение о логической организации, методах и средствах какой-либо деятельности это:

- а) логика
- б) философия
- в) методология(*)
- г) психология

2. Основные требования к методологии:

- а) доступность и узнаваемость
- б) простота и конкурентоспособность
- в) универсальность и эффективность(*)

3. К радиационному воздействию окружающей среды на РЭС относятся:

- а) солнечная радиация и ионизирующее излучение. (*)
- б) электромагнитное излучение и квантовое излучение.
- в) гравитационное поле и фотонное излучение.
- г) тепловое излучение и электрическое поле.

4. Воздействие на материалы конструкции РЭС потоков фотонов различного происхождения, называются:

- а) ионизирующим излучением.
- б) квантовым излучением.
- в) солнечной радиацией. (*)
- г) фотонным излучением.

5. Что происходит с РЭС вследствие воздействия солнечной радиации?

- а) снижается механическая прочность материалов конструкций РЭС, ухудшаются свойства механической подсистемы и РЭС в целом. (*)
- б) повышается механическая прочность материалов конструкций РЭС и улучшаются свойства механической подсистемы РЭС.
- в) не изменяются свойства материалов РЭС.
- г) меняются характеристики РЭС в лучшую сторону.

6. Взаимодействие со средой или материалом конструкции РЭС, приводящее к образованию электрических зарядов различного знака называется:

- а) солнечной радиацией.
- б) фотонным излучением
- в) ионизирующим излучением (*)
- г) квантовым излучением.

7. Какой вид из корпускулярных излучений является наиболее опасным для РЭС?

- а) электромагнитное излучение.
- б) нейтронное излучение. (*)
- в) ионизирующее излучение.
- г) квантовое излучение.

8. Свойство РЭС, выполнять свои функции и сохранять параметры в пределах установленных норм во время воздействия ионизирующего излучения, называется...

- а) критерием ионизирующей стойкости.
- б) радиационной стойкостью. (*)
- в) электромагнитной стойкостью.
- г) солнечной стойкостью.

9. К чему в основном приводит нейтронное излучение при преобразовании облучаемого материала?

- а) к физическим дефектам.
- б) к химическим дефектам.
- в) к нестабильности свойств.
- г) к радиационным дефектам. (*)

10. Что происходит с резисторами под воздействием радиации?

- а) меняется значение R , а также повышается уровень собственных шумов, ухудшается влагостойкость. (*)
- б) ухудшается электрическая прочность и тангенс угла потерь.
- в) улучшаются значение R , и понижается уровень собственных шумов, повышается влагостойкость.
- г) Свойства резисторов остаются неизменными.

11. Какой принцип часто используется для защиты объекта от радиации?
- а) отражение
 - б) компенсации
 - в) эффекта поглощения (*)
 - г) все указанные.

12. Какие экраны применяют для защиты от γ - излучений и нейтронной защиты?
- а) Однослойные экраны.
 - б) Двухслойные экраны.
 - в) Трехслойные экраны.
 - г) Многослойные экраны. (*)

13. Для повышения собственной радиационной стойкости применяются:
- а) уменьшение размеров
 - б) выбор материалов
 - в) технологические приемы
 - г) все ответы правильные(*)

14. Критерием радиационной стойкости РЭС является:
- а) значение плотности потока частиц
 - б) значение потока энергии ионного излучения
 - г) значение определенного параметра РЭС
 - д) предельное значение параметра изделия определяющего радиационную стойкость(*)

15. Материалами экранов для защиты от радиационного воздействия являются:
- а) свинец и графит
 - б) полиэтилен
 - в) бор и нержавеющая сталь
 - г) все ответы правильные (*)

16. Защита от радиационного воздействия возможна по следующим принципам:
- а) изоляция за счет эффекта поглощения
 - б) повышением радиационной стойкости защищаемого объекта
 - г) все ответы правильные. (*)

17. Какими показателями характеризуется надежность?
- а) безотказностью
 - б) сохраняемостью
 - в) долговечностью
 - г) все ответы не полные (*)

18. К какому классу восстанавливаемости относятся корпусированные микросборки?

- а) невосстанавливаемые изделия (неремонтируемые) и их основные части (*)
- б) восстанавливаемые изделия, которые после капремонта должны рассматриваться как новые, а в течении срока службы подвергаются операциям техобслуживания, текущего и среднего ремонта

в) восстанавливаемые изделия, которые после капремонта имеют заниженные показатели надежности против новых образцов

г) изделия для кратковременных заданий

19. Закончите фразу: циклический режим эксплуатации - это...

а) отсутствие периода ожидания

б) неопределенный период ожидания и известный период действия

в) случайные периоды действия и ожидания

г) известные периоды действия и ожидания (*)

20. Расшифруйте аббревиатуру ЗИП:

а) запасные части и принадлежности

б) запасные инструменты и материалы

в) запасные части и инструменты

г) запасные части, инструменты, принадлежности и материалы, прилагаемые к изделию (*)

21. Перечислите основные характеристики ЗИП.

а) достаточность и ремонтпригодность

б) достаточность, сохранность и ремонтпригодность

в) достаточность, комплектность, сохранность (*)

г) комплектность и достаточность

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Какой принцип часто используется для защиты объекта от радиации?

а) отражение

б) компенсации

в) эффекта поглощения (*)

г) все указанные.

2. Какие экраны применяют для защиты от γ - излучений и нейтронной защиты?

а) Однослойные экраны.

б) Двухслойные экраны.

в) Трехслойные экраны.

г) Многослойные экраны. (*)

3. Для повышения собственной радиационной стойкости применяются:

а) уменьшение размеров

б) выбор материалов

в) технологические приемы

г) все ответы правильные(*)

4. Критерием радиационной стойкости приборов и систем является:

а) значение плотности потока частиц

б) значение потока энергии ионного излучения

г) значение определенного параметра приборов и систем

д) предельное значение параметра изделия определяющего радиационную стойкость(*)

5. Материалами экранов для защиты от радиационного воздействия являются:

- а) свинец и графит
- б) полиэтилен
- в) бор и нержавеющая сталь
- г) все ответы правильные (*)

6. Защита от радиационного воздействия возможна по следующим принципам:

- а) изоляция за счет эффекта поглощения
- б) повышением радиационной стойкости защищаемого объекта
- г) все ответы правильные. (*)

7. Какими показателями характеризуется надежность?

- а) безотказностью
- б) сохраняемостью
- в) долговечностью
- г) все ответы не полные (*)

8. К какому классу восстанавливаемости относятся корпусированные микросборки?

а) невозстанавливаемые изделия (неремонтируемые) и их основные части (*)

б) восстанавливаемые изделия, которые после капремонта должны рассматриваться как новые, а в течение срока службы подвергаются операциям техобслуживания, текущего и среднего ремонта

в) восстанавливаемые изделия, которые после капремонта имеют заниженные показатели надежности против новых образцов

г) изделия для кратковременных заданий

9. Закончите фразу: циклический режим эксплуатации - это...

- а) отсутствие периода ожидания
- б) неопределенный период ожидания и известный период действия
- в) случайные периоды действия и ожидания
- г) известные периоды действия и ожидания (*)

10. Расшифруйте аббревиатуру ЗИП:

- а) запасные части и принадлежности
- б) запасные инструменты и материалы
- в) запасные части и инструменты
- г) запасные части, инструменты, принадлежности и материалы, прилагаемые к изделию (*)

11. Перечислите основные характеристики ЗИП.

- а) достаточность и ремонтпригодность
- б) достаточность, сохранность и ремонтпригодность
- в) достаточность, комплектность, сохранность (*)
- г) комплектность и достаточность

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Структура информационных связей АСК:

- а) информация об обмене информацией между элементами АСК. (*)
- б) информация об источниках и приемниках электрической энергии и их связях.
- в) информация о механическом взаимодействии элементов в виде комплекта КД.
- г) информация о составе и взаимодействии средств, входящих в систему.

2. Чем определяется допустимая инерционность первичного преобразователя(датчика)?

- а) временем опроса датчика $T_{\text{опр}}$.
- б) допустимым временем цикла между опросами датчика $T_{\text{ц. доп}}$.
- в) минимальной постоянной времени в передаточной функции объекта контроля. (*)
- г) быстродействием АЦП.

3. Сколько точек подключения имеет дифференциальный вход измерительного устройства?

- а) одну.
- б) две.
- в) три. (*)
- г) четыре.

4. Для устранения каких помех используют процедуру сглаживания?

- а) случайных импульсных помех.
- б) шумов помех с частотами близкими частоте сигнала. (*)
- в) шумов.
- г) сетевых наводок.

5. Какие сигналы наиболее восприимчивы к помехам?

- а) бинарные.
- б) аналоговые. (*)
- в) импульсные.
- г) цифровые.

6. Какой метод измерения не относится к группе методов сравнения?

- а) мостовой.
- б) дифференциальный.
- в) непосредственной оценки. (*)
- г) компенсационный.

7. Какие дефекты формируют участок прямой ветви статической ВАХ p-n перехода с отрицательным дифференциальным сопротивлением (S-образный)?

- а) замыкание металлизации на переход через поры в окисле.

- б) неоднородность распределения примеси в базовой области (последовательно включенный паразитный p-n переход).
- в) выпрямляющий контакт (последовательно включенный паразитный переход металл-полупроводник). (*)
- г) дефекты "посадки" кристалла в корпус.

8. Какой метод наиболее информативен для оценки неоднородности лавинного пробоя p-n перехода?

- а) вольт-фарадных характеристик (ВФХ).
- б) переходных характеристик.
- в) m- характеристик.
- г) производных ВАХ. (*)

9. Какие дефекты вызывают сдвиг прямой ветви статической ВАХ p-n перехода в большую сторону вдоль оси напряжений?

- а) загрязнение поверхности кристалла.
- б) перегрев.
- в) интерметаллические включения или другие причины, увеличивающие эквивалентное сопротивление омических контактов. (*)
- г) микротрещины в кристалле.

10. Какой вид имеют сигналы тестового воздействия при внутрисхемном контроле

коэффициента передачи тока биполярного транзистора при неизвестных значениях шунтирующих сопротивлений?

- а) пилообразные импульсы.
- б) прямоугольные униполярные импульсы.
- в) двухполярное периодическое напряжение. (*)
- г) ШИМ сигнал.

11. Какие виды анализа схем не позволяет выполнять система *Protel DXP*, входящая в состав *Altium Designer*?

- а) аналого-цифровое моделирование с использованием алгоритмов *Berkeley SPICE3f5/XSPICE*.
- б) моделирование аналоговых схем, описанных на языке Verilog. (*)
- в) моделирование цифровых схем, описанных на языке *VHDL* (модуль *PeakFPGA*).

12. Какой командой меню *Protel DXP* (*Altium Designer*) происходит замена разъёмов источниками питания?

- а) *View | Toolbars | Power Supply*.
- б) *View | Toolbars | Simulation*.
- в) *View | Toolbars | Members*.
- г) *View | Toolbars | Simulation Sources*. (*)

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Основные требования к проектированию современных радиоэлектронных средств.
2. Классификация радиоэлектронных средств по назначению, объекту установки, условиям применения и конструктивным признакам.
3. Области применения РЭС различного назначения.
4. Характеристика климатических воздействий (климат, температура, влага, давление, пыль, песок, солнечная радиация).
5. Макроклиматическое районирование.
6. Нормальные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации и испытаниях.
7. Основные требования к проектированию РЭС в части видов воздействующих климатических факторов внешней среды.
8. Номинальные и эффективные значения климатических факторов внешней среды при эксплуатации.
9. Воздействие ветра и гололеда.
10. Воздействие влаги, пыли, солнечной радиации, ионизирующих излучений и биологических факторов.
11. Воздействие электромагнитных полей.
12. Особенности проектирование радиоэлектронных средств с учетом климатического исполнения и категории изделий.
13. Графические и знаковые модели: общие положения; общие правила построения и использования.
14. Методы теории подобия и моделирования.
15. Анализ размерностей. П-теорема.
16. Метод подобия.
17. Преобразование – определяющий физический эффект работы и конструкций РЭС.
18. Обобщающая физическая модель РЭС.
19. Принципы описания конструкций в обобщенных параметрах.
20. Методика обобщенного исследования преобразования потоков энергии в РЭС.
21. Физические эффекты, возникающие в конструкции РЭС, в процессе ее функционирования.
22. Постановка краевых задач.
23. Метод разделения переменных.
24. Метод интегральных преобразований: преобразование Фурье, преобразование Лапласа.
25. Операционный метод. Метод функции Грина.
26. Метод конечных разностей.
27. Основные понятия и определения. Общая характеристика механизмов тепло- и массообмена в РЭС.
28. Тепло- и влагостойкость элементов РЭС.
29. Типовые задачи тепло- и массообмена в РЭС.
30. Источники тепла в радиоэлектронных средствах.
31. Нормальный тепловой режим РЭС.

32. Теплоотдача при свободном движении жидкости.
33. Критериальные уравнения.
34. Расчетные формулы теплоотдачи различных тел в неограниченном пространстве.
35. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.
36. Вынужденная конвекция при внешнем обтекании тел.
37. Вынужденная конвекция в трубах и каналах.
38. Метод разделения переменных в приложении к тепловым расчетам интегральных схем.
39. Операционные методы для расчета нестационарных тепловых режимов.
40. Метод конечных интегральных преобразований при расчетах температуры элементов интегральных схем.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Экзамен по дисциплине не предусмотрен учебным планом

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 3 вопроса, 3 стандартные задачи и 3 прикладные задачи. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 9.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 7 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал 8 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал 9 баллов.

7.2.5 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основы и классификация приборов и измерительных систем	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос
2	Основные характеристики измерительных приборов и систем.	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос, КП
3	Измерительные сигналы в приборах	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос, КП
4	Преобразование измерительных сигналов в приборах.	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос, КП

5	Методы расчетов характеристик прибора.	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос, КП
6	Этапы проектирования приборов и систем.	ПК-2	Тест, зачет, устный опрос, КП

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 методике 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 методике 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 методике выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Уварова А.С. Проектирование и конструирование электронных средств. Издательство: Горячая Линия- Телеком, 2004 г.-760 с.
2. Пестряков В.Б., Аболтина-Аболинь Г.Я., Гаврилов Б.Г. Конструирование радиоэлектронных средств: Учебник для вузов. Под ред. В.Б. Пестрякова. М.: Радио и связь, 1992. - 432 с.
3. 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
4. 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

5. Романычева Э.Т., Иванова А.С., Куликов Т.П. Разработка и оформление конструкторской документации РЭА. Справочное пособие. М.: Радио и связь 1984 г.-256 с.

6. Иванова Н.Ю., Романова Е.Б. Инструментальные средства конструкторского проектирования электронных средств. Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2013. - 121 с

7. Кологривов В. А. Основы автоматизированного проектирования радиоэлектронных устройств (часть 1): Учебное пособие/ Томск: ТУСУР – 2012. 120 с.

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

1. Программный комплекс проектирования печатных плат «Altium Designer»

2. Программный комплекс «Компас 3D»

3. Документация «Altium Designer»

<https://www.altium.com/ru/documentation/altium-designer>

4. Обучающие материалы «Компас 3D»

<https://kompas.ru/publications/video/>

5. Современная профессиональная база данных

6. Бесплатная база данных ГОСТ <https://docplan.ru/>

7. Электронная библиотека www.elibrary.ru/

8. Электронная библиотечные системы <https://www.iprbookshop.ru/>
<https://e.lanbook.com/>

9. Информационные справочные системы и сайты

ChipFind Документация <http://www.allcomponents.ru/>

10.Группа компаний «Промэлектроника» <https://www.promelec.ru/>

11.«Чип-Дип» <https://www.chipdip.ru/>

12.Электронная информационно-обучающая система ВГТУ

<https://old.education.cchgeu.ru/>

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, 2306/3.

Видеопроектор с экраном в ауд. 234/3.

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

По дисциплине «Сопряженное проектирование РЭС» читаются лекции, проводятся практические занятия.

Лекции представляет 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 его 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.

- Практические занятия позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности практических 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 усвоению 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 зачету.

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 (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

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. Для успешной сдачи зачета необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться следует систематически, в течение всего семестра.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать 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.
Практические 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 и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесе- ния измене- ний	Подпись заведующего кафедрой, ответствен- ной за реализацию ОПОП
----------	-----------------------------	-----------------------------------	---