

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института

Галкин А.А.
« 09 » 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

САПР радиоэлектронных средств

направление подготовки / специальность

11.03.02 Инфокоммуникационные технологии и системы связи

направленность (профиль) подготовки

Мобильные средства связи

Владимир
2021

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины «САПР радиоэлектронных средств» является ознакомление с методологическими основами проектирования конструкций и технологий РЭС; нормативной, элементной и конструктивной базами и основными стандартами конструирования РЭС; ознакомление с методами моделирования, анализа работы, синтеза, оптимизации электрических и конструктивных параметров РЭС; выработка практических навыков проектирования устройств различного назначения с использованием САПР.

Задачи: подготовка в области получения первичных знаний, умений и навыков студентов по основным принципам конструирования и технологии производства радиоэлектронных средств для профессиональной деятельности специалиста: научно-исследовательской.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «САПР радиоэлектронных средств» относится к базовой части.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	Знает как организовать сбор и обобщение информации, необходимой для работы Умеет систематизировать полученную информацию Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений	Тестовые вопросы Проектно-ориентированные задания
ОПК-3. Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом	ОПК-1.1. Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации ОПК-1-2. Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации ОПК-1.3. Владеет навыками обеспечения информационной безопасности и навы-	Знает современные принципы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации Умеет решать задачи обработки данных с помощью САПР Altium Designer Владеет навыками обеспечения информационной безопасности и	Тестовые вопросы Проектно-ориентированные задания

основные требования информационной безопасности	ками использования информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации	навыками использования информационно-коммуникационных технологий при поиске необходимой информации	
---	--	--	--

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 часа.

Тематический план

форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1.	Жизненный цикл РЭС	5	1,2	4					
2.	Конструкторская иерархия частей РЭС. Конструкторская документация на РЭС	5	3,4	4		2		12	
3.	Основные принципы конструирования РЭС	5	5,6	4		6		12	Рейтинг-контроль 1
4.	Технология изготовления печатных плат	5	7,8	4		2		12	
5.	Технология и методы пайки	5	9,10,11,12	8		2		9	Рейтинг-контроль 2
6.	Сборка и монтаж на печатных платах	5	13,14,15,16,17,18	12		4		18	Рейтинг-контроль 3
Всего за семестр:				36		18		63	Экзамен(27)
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				36		18		63	Экзамен(27)

Содержание лекционных занятий по дисциплине

Тема 1. Жизненный цикл РЭС

Классификация РЭС по функциональному назначению и условиям эксплуатации. Общие технические требования, учитываемые при разработке РЭС. Особенности конструирования РЭС и объём работы конструктора. Методы стандартизации. Технологичность и долговечность РЭС.

Условия эксплуатации РЭС и их физико-химическая природа. Климатические факторы и типы климатических районов. Холодоустойчивость, теплоустойчивость и влагоустойчивость РЭС. Пыле- и брызгозащищённость РЭС. Влияние климатических факторов на электрические параметры РЭС. Эксплуатационные и экономико-технологические требования предъявляемые к РЭС. Комплексная микроминиатюризация. Расширение функциональных

возможностей РЭС. Снижение материалоемкости, стоимости. Повышение надёжности и удобств эксплуатации РЭС. Решение задач в области разработки и конструирования РЭС не только научных и комических проблем, но и промышленного и бытового назначения.

Тема 2. Конструкторская иерархия частей РЭС. Конструкторская документация на РЭС.

Основная элементная база РЭС. Основные конструктивные уровни конструкции РЭС. Принцип конструирования несущих конструкций РЭС. Ряды предпочтительных чисел по ГОСТ 8032-56. Модульная система размеров. Антропометрическая модульная система. «Золотое сечение» и числа Фибоначчи.

Тема 3. Основные принципы конструирования РЭС

Модульный принцип конструирования. Примеры применения этого принципа. Функционально-узловой метод конструирования РЭС. Типы функциональных узлов и особенности их выполнения. Выбор элементной базы: ИМС, дискретные радио элементы (виды корпусов).

Тема 4. Технология изготовления печатных плат

Технология изготовления печатного монтажа. Химический и электрохимический методы изготовления печатных проводников на платах. Комбинированный метод.

Тема 5. Технология и методы пайки

Технология пайки. Припой и припойные пасты. Групповые методы пайки. Пайка оплавлением припойной пасты. Метод трафаретной печати, капельного дозирования. Инфракрасная пайка. Лазерное излучение.

Тема 6. Сборка и монтаж на печатных платах

Формовка выводов. Способы установки компонентов на плату. Револьверные и порталные установочные автоматы. Питатели. Система машинного зрения.

Содержание практических занятий по дисциплине

Тема 1. Жизненный цикл РЭС. Тема 2. Конструкторская иерархия частей РЭС. Конструкторская документация на РЭС.

Разработка технического задания.

- Рассматриваются следующие разделы составления технического задания:
- Выбор РЭС.
- Назначение.
- Состав.
- Технические требования.
- Требования по надёжности.
- Конструктивные требования.
- Порядок испытаний и приёмки опытных образцов.
- Техническое задание является основным документом, которое определяет последующие этапы конструирования РЭС и регламентируется ГОСТ 2114-70.

Тема 3. Основные принципы конструирования РЭС. Тема 4. Технология изготовления печатных плат

Анализ электрической принципиальной схемы РЭС.

В соответствии с вариантом задания произвести, используя навыки, полученные при изучении предыдущих курсов дисциплин, произвести схемотехнический анализ электрической принципиальной схемы устройства по элементной базе.

Тема 6. Сборка и монтаж на печатных платах

Электрические структурные, функциональные и принципиальные схемы.

Изучить способы оформления элементов, спецификаций и перечня компонент. Выполнить, перечисленные схемы, согласно заданию, в соответствии с нормами и правилами ГОСТ и ЕСКД. Чертежи печатных плат, сборочные чертежи плат с монтажом; чертежи общего вида. Оформить, в соответствии с нормами и правилами ГОСТ, конструкторскую документацию по заданной электрической принципиальной схеме РЭС.

Содержание лабораторных занятий по дисциплине.

Лабораторная работа №1. Тема 2. Конструкторская иерархия частей РЭС

Создание компонентов интегрированной библиотеки. Изучить справочную литературу и методические пособия по пакету САПР.

Лабораторная работа №2. Тема 3. Основные принципы конструирования РЭС.

Раздел 4. Технология изготовления печатных плат

Выполнение электрической принципиальной схемы. В соответствии с вариантом задания выполнить, по правилам ГОСТ и ЕСКД, принципиальную электрическую схему радиоэлектронного устройства и оформить список элементов.

Лабораторная работа №3. Тема 5. Технология и методы пайки

Размещение компонентов на печатной плате. В соответствии с вариантом задания выполнить, по правилам ГОСТ и ЕСКД, размещение радиоэлементов на печатной плате. Произвести разводку (трассировку) печатных проводников на печатной плате платы в автоматическом режиме.

Лабораторная работа №4. Тема 6. Сборка и монтаж на печатных платах

Выполнить, по правилам ГОСТ и ЕСКД чертеж печатной платы узла, сборочный чертеж узла.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости

Рейтинг-контроль 1

1. Какая связь между организацией сборочно-монтажных работ и стоимостью бытовой РЭС?
2. Дайте понятие «жизненного цикла».
3. Перечислите основные этапы жизненного цикла.
4. Сформулируйте определение конструкции РЭС.
5. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения.
6. Произведите классификацию РЭС в зависимости от её функционального назначения.
7. Приведите пример влияния области использования и функционального назначения РЭС на её конструкцию.
8. Назовите и охарактеризуйте основную элементную базу и РЭС, на её основе первого, второго, третьего и четвертого поколений.
9. Назовите и охарактеризуйте основные направления оптимизации РЭС.
10. Перечислите основные показатели, которые позволяют оценить технологичность конструкции.
11. Назовите и охарактеризуйте основные направления оптимизации РЭС.
12. Перечислите основные показатели, которые позволяют оценить технологичность конструкции.
13. Сформулируйте основные особенности технологических процессов производства РЭС.
14. В чём отличие производственного процесса от технологического?
15. Какими факторами определяется выбор дорогих, но высокопроизводительных технологических приёмов?
16. В чём смысл замены физической модели элемента компонента РЭС на его обобщённую геометрическую модель?

Рейтинг-контроль 2

1. Сформулируйте основные особенности технологических процессов производства РЭС.
2. В чём отличие производственного процесса от технологического?
3. Какими факторами определяется выбор дорогих, но высокопроизводительных технологических приёмов?
4. В чём смысл замены физической модели элемента компонента РЭА на его обобщённую геометрическую модель?
5. Классификация РЭС по назначению.
6. Методы конструирования РЭС.
7. В чём заключается разработка изделия РЭС?
8. Классификация РЭС по месту расположения.
9. Дайте понятие «жизненного цикла».
10. Перечислите основные этапы жизненного цикла.
11. Как учитывается влияние окружающей среды и старения при расчёте ремонтных и эксплуатационных допусков?
12. Как связана вероятность безотказной работы с интенсивностью отказов?
13. Что такое «основное соединение элементов» и «элемент расчёта надёжности»?
14. Как и зачем осуществляется приработка РЭС?
15. Приведите основные показатели надёжности ремонтируемой РЭС?
16. В чём заключается магнитостатическое экранирование?

Рейтинг-контроль 3

1. Перечислите факторы, определяющие конструкцию РЭС.
2. Какие климатические районы Вы знаете?
3. Каково действие пыли на работоспособность РЭС?
4. Каково действие влаги на работоспособность РЭС?
5. Перечислите эксплуатационные требования, предъявляемые к РЭС.
6. Перечислите экономико-технологические требования, предъявляемые к РЭС.
7. Сформулируйте определение конструкции РЭС.
8. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения.
9. За счёт чего обеспечивается надёжность работы РЭС в течение заданного времени?
10. Могут ли быть внезапные отказы отдельных элементов причинами выхода из строя других и почему?
11. Разъясните суть терминов: работоспособность, наработка, безотказность, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы.
12. Почему интенсивность отказов является основным параметром надёжности комплектующих элементов РЭС?
13. Какой из законов распределения отказов чаще всего используется для оценки надёжности радиоизделий и почему?
14. Каково действие пыли на работоспособность РЭС?
15. Какие параметры механических воздействий Вы знаете?

5.2. Промежуточная аттестация

1. Какая связь между организацией сборочно-монтажных работ и стоимостью бытовой РЭС?
2. Дайте понятие «жизненного цикла».
3. Перечислите основные этапы жизненного цикла.
4. Сформулируйте определение конструкции РЭС.
5. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения.
6. Произведите классификацию РЭС в зависимости от её функционального назначения.

7. Приведите пример влияния области использования и функционального назначения РЭС на ее конструкцию.
8. Назовите и охарактеризуйте основную элементную базу и РЭС, на ее основе первого, второго, третьего и четвертого поколений.
9. Произведите классификацию РЭС по областям использования, объектам-носителям и микроклимату в месте её расположения.
10. Назовите и охарактеризуйте основные элементы схмотехнической базы РЭС.
11. Что такое конструктивная база РЭС?
12. Перечислите основные структурные уровни РЭС.
13. Произведите декомпозицию электрической схемы РЭС на конструктивы.
14. Перечислите основные требования, учитываемые при разработке РЭС.
15. В чём преимущество соединений склеиванием и элементами самих деталей в бытовой РЭС?
16. В чем заключается модульный принцип конструирования РЭС?
17. В чём преимущество соединений склеиванием и элементами своих деталей в бытовой РЭС?
18. Какие меры следует принять для защиты РЭС от техногенных воздействий?
19. В чём заключается отличие терминов «вибропрочность» и «вибростойкость» радиоаппарата?
20. Произведите оценку массо - габаритных параметров РЭС.
21. Укажите основные виды механических воздействий.
22. Какие параметры механических воздействий Вы знаете?
23. Укажите последствия механических воздействий на РЭС.
24. Перечислите типы печатных плат.
25. Какие классы плотности печатных плат Вы знаете?
26. Основные критерии конструирования печатных плат.
27. Технология изготовления печатных плат.
28. Из каких операций состоит разработка конструкции печатной платы.
29. Перечислите основные правила конструирования печатных плат.
30. Как ориентируются многовыводные элементы на печатной плате?
31. Какие пункты технических условий указываются на чертежах печатных плат?
32. Как производится расчет конструктивных параметров печатных плат?
33. Определите вес печатной платы с радиоэлементами и координаты ее центра тяжести.
34. Как производится расчет собственных частот печатной платы?
35. Перечислите типы печатных плат.
36. Какие классы плотности печатных плат Вы знаете?
37. Основные критерии конструирования печатных плат.
38. Какие пункты технических условий указываются на чертежах печатных плат?
39. Как производится расчет конструктивных параметров печатных плат?
40. Перечислите правила оформления конструкторской документации печатной платы.
41. Что такое коэффициент гарантированной надёжности?
42. Как производится оценка надёжности РЭС с учётом режимов её работы и условий эксплуатации?
43. Коэффициенты нагрузки различных радиоэлементов и расчет их надёжности.

5.3. Самостоятельная работа обучающегося

Тема 1. Разработка конструкторской документации блока регуляторов тембра.

Тема 2. Разработка конструкторской документации усилителя-корректора магнитной головки.

Тема 3. Разработка конструкторской документации усилителя-корректора магнитного звуко-снимателя.

Тема 4. Разработка конструкторской документации усилителя-корректора пьезоэлектрического звуко-снимателя.

- Тема 5.** Разработка конструкторской документации предварительного усилителя.
- Тема 6.** Разработка конструкторской документации микрофонного усилителя.
- Тема 7.** Разработка конструкторской документации усилителя мощности звуковой частоты.
- Тема 8.** Разработка конструкторской документации усилителя передатчика 27 МГц.
- Тема 9.** Разработка конструкторской документации регулятора мощности.
- Тема 10.** Разработка конструкторской документации датчика движения.
- Тема 11.** Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника ДВ диапазона.
- Тема 12.** Разработка конструкторской документации синтезатора частот радиовещательного приёмника.
- Тема 13.** Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника СВ диапазона.
- Тема 14.** Разработка конструкторской документации регулятора освещённости.
- Тема 15.** Разработка конструкторской документации FM передатчика.
- Тема 16.** Разработка конструкторской документации радиовещательного приёмника УКВ диапазона.
- Тема 17.** Разработка конструкторской документации активного фильтра инфранизких частот.
- Тема 18.** Разработка конструкторской документации генератора белого шума.
- Тема 19.** Разработка конструкторской документации электронного таймера.
- Тема 20.** Разработка конструкторской документации терморегулятора.
- Тема 21.** Разработка конструкторской документации электронного регулятора громкости.
- Тема 22.** Разработка конструкторской документации эквалайзера.
- Тема 23.** Разработка конструкторской документации логического пробника.
- Тема 24.** Разработка конструкторской документации мультиметра.
- Тема 25.** Разработка конструкторской документации малошумящего усилителя МВ диапазона.

6.УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
Трухин, М. П. Основы компьютерного проектирования и моделирования радиоэлектронных средств : учебное пособие для вузов / М. П. Трухин - Москва : Горячая линия - Телеком, 2016. - 386 с. - ISBN 978-5-9912-0449-1.	2016	ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204491.html
Методологические основы автоматизации конструкторско-технологического проектирования гибких многослойных печатных плат [Электронный ресурс] / Мылов Г.В., Таганов А.И. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014	2014	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991203678.html
Кравец, А. В. Учебное пособие по курсу "Схемотехника аналоговых электронных устройств" / Кравец А. В. - Ростов н/Д : Изд-во ЮФУ, 2018. - 184 с. - ISBN 978-5-9275-2741-0.	2018	ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927527410.html

Николаев, В. Т. Практические расчёты при конструировании электронных устройств : учебное пособие / Николаев В. Т. , Купцов С. В. , Скляр С. В. , Тикменов В. Н. - Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2017. - 352 с. - ISBN 978-5-9221-1729-6. -	2017	ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785922117296.html
Малюков, С. П. Схемотехническое проектирование электронных средств : учебное пособие / С. П. Малюков, А. В. Саенко, А. В. Палий. - Ростов н/Д : ЮФУ, 2019. - 92 с. - ISBN 978-5-9275-3380-0. - Текст : электронный	2019	ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927533800.html
Дополнительная литература		
1. Конструирование узлов и устройств электронных средств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, И. В. Тюрин, О. А. Белоусов. - Ростов н/Д : Феникс, 2013.	2013	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785222209943.html
2. Печатные платы: выбор базовых материалов [Электронный ресурс] / Мылов Г.В. - М. : Горячая линия - Телеком, 2016.	2016	http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785991204866.html

6.2. Периодические издания

Отечественные журналы:

- Радиотехника;
- Радиотехника и электроника;
- Приборы и техника эксперимента;
- Цифровая обработка сигналов.

Зарубежные журналы:

- IEEE Transactions on Communications;
- IEEE Transactions on Signal Processing;
- IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement

6.3. Интернет-ресурсы

- <http://www.edu.ru>
- <http://znanium.com/>
- <http://www.studentlibrary.ru/>
- <http://www.bibliorossica.com/>
- <https://www.altium-ru.com/>
- www.gostedu.ru - ГОСТы ЕСКД
- <https://www.standards.ru/collection.aspx?control=40&search=&sort=%20ASC&catalogid=OKS-sbor-edu&id=5302919&page=1>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

- кафедральные мультимедийные средства (ауд. 301-3 и 335-3);
- наборы слайдов по всем лекциям (от 10 до 20 слайдов по каждой лекции);
- оборудование специализированной лаборатории (410-3)

Перечень используемого лицензионного программного обеспечения :

- Altium Designer

Рабочую программу составила Корнеева Н.Н., доцент каф. РТ и РС



Рецензент:

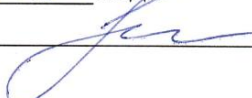
ОАО «Владимирское КБ радиосвязи», генеральный директор Богданов А.Е.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры радиотехники и радиосистем

Протокол № 1 от 30.08.21 года

Заведующий кафедрой _____ Никитин О.Р.



Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи»

Протокол № 1 от 31.08.21 года

Председатель комиссии _____ Никитин О.Р.



**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 22/23 учебный год

Протокол заседания кафедры № 1 от 29.08.22 года

Заведующий кафедрой _____ *И.И. Игнатьева*

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на _____ учебный год

Протокол заседания кафедры № _____ от _____ года

Заведующий кафедрой _____

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

в рабочую программу дисциплины
«САПР радиоэлектронных средств»

образовательной программы направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные
технологии и системы связи», направленность: Мобильные средства связи

Номер изменения	Внесены изменения в части/разделы рабочей программы	Исполни- тель ФИО	Основание (номер и дата протокола заседания кафедры)
1			
2			

Зав. кафедрой Никитин О.Р. _____