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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета радиотехники
и электроники
_____ /В.А. Небольсин /
30 августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)
«Основы САПР»

Направление подготовки (специальность) 11.03.03 – Конструирования и технология электронных средств
Профиль (специализация) Проектирование и технология радиоэлектронных средств
Квалификация выпускника Бакалавр
Нормативный период обучения 4 года
Форма обучения Очная
Год начала подготовки 2017 г.

Автор программы _____ /Чирков О.Н./

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

Руководитель ОПОП _____/Муратов А.В./

Воронеж 2017

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	**Цели изучения дисциплины** – овладение теоретическими знаниями, практическими навыками и умениями выполнения задач деятельности бакалавра техники и технологии по экспериментально-статистическому исследованию, моделированию и оптимизации, обеспечению качества и надежности, а также освоение методологии автоматизированного проектирования конструкций и технологии РЭС, способов формирования и реализации основных видов обеспечения САПР.
1.2	**Для достижения цели ставятся задачи:**
1.2.1	**приобретение знаний** на уровне представлений о методах и средствах синтеза экспериментально-статистических, имитационных и аналитических математических моделей;
1.2.2	**освоение умений** формализации описания конструктивных модулей РЭС, базовые методы и средства автоматизированного проектирования РЭС;
1.2.3	**приобретение навыков** автоматизированного проектирования конструкций и технологии РЭС, способов формирования и реализации основных видов обеспечения САПР.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл ООП: Б1	Код дисциплины: Б1.Б.20
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь базовую подготовку по дисциплинам направления подготовки бакалавров 11.03.03 «Математика», «Информатика», «Физика»	
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее	
Б1.В.ОД.06	Основы конструирования электронных средств
Б1.В.ОД.07	Технология производства электронных средств
Б1.В.ОД.01	Основы управления техническими системами

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код компетенции	Наименование компетенции
ОПК-9	способностью использовать навыки работы с компьютером, владеть методами информационных технологий, соблюдать основные требования информационной безопасности

Знает:	основы теории, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов методику автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию
Умеет:	осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС, формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания
Владеет:	методикой получения регрессионной модели методами планирования эксперимента

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	**Знать:** структуру и принципы построения современных САПР, классификацию и методы получения и исследования математических моделей в САПР; методику автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию; основы теории, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов
3.2	**уметь:** осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС, формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания
3.3	**владеть:** методикой получения регрессионной модели методами планирования эксперимента

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах																	
	1 / 18		2 / 18		3 / 18		4 / 18		5 / 18		6 / 18		7 / 18		8 / 10		Итого	
	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП	УП	РП
Лекции									18	18							18	18
Лаборатор-									36	36							36	36
Практиче-									18	18							18	18
Ауд. занятия									72	72							72	72
Сам. работа									72	72							72	72
Итого									144	144							144	144

№ П./п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные. работы	СРС	Всего часов
1	Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию	5	1, 2	2	-	-	8	10
2	РЭА и ТП как сложные системы. Блочно-иерархический подход.	5	3, 4	2	-	2	8	12
3	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ.	5	5, 6	2	4	6	8	20
4	Имитационное моделирование	5	7, 8	2	2	4	8	16
5	Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции РЭА	5	9, 10	2	4	8	8	22
6	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС	5	11, 12	2	2	4	8	16
7	Параметрическая оптимизация	5	13, 14	2	4	8	8	22
8	Структурная оптимизация	5	15, 16	2	2	2	8	14
9	Принятие решений в САПР. Тенденции и перспективы развития САПР	5	17, 18	2	-	2	8	12
Итого				18	18	36	72	144

4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)
5 семестр		**18**	
1	Возникновение проблемы автоматизации проектирования. Автоматизация конструирования и технологии - основная часть проблемы. Основные определения дисциплины. Современный уровень САПР РЭС. САПР индивидуального и коллективного пользования. Самостоятельное изучение. Вклад русских ученых в их развитие. Социальные аспекты применения САПР.	2	
3	Обоснование необходимости применения системного подхода к проектированию. Основные понятия теории сложных систем и принципы системного подхода. Кибернетический подход и классификация	2	

	параметров РЭС и ТП как объектов проектирования. Самостоятельное изучение. Конструкции и технология РЭС как сложные системы.		
5	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Способы получения и методология применения математических моделей в задачах конструирования, технологии и надежности РЭС. Регрессионный анализ Самостоятельное изучение. Математические модели микро, макро и мега-уровня.	2	
7	Имитационное моделирование сложных систем. Событийный и сетевой подход. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). Самостоятельное изучение. Сети Петри в имитационном моделировании	2	
9	Взаимосвязь задач анализа точности, надежности, стабиль- ности и серийнопригодности. Общность математического аппарата задач анализа разброса параметров РЭС. Методы анализа точности конструкций и технологических процессов. Вероятностный метод. Метод статистических испытаний (Монте-Карло). Метод наихудшего случае. Обоснование выбора метода анализа точности в процессе проектирования. Самостоятельное изучение. Задачи анализа и синтеза допусков в проектировании РЭС.	2	
11	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС Математическая постановка дифференциальной краевой задачи. Численные методы. Самостоятельное изучение. Формирование граничных и начальных условий.	2	
13	Параметрическая оптимизация Математическая постановка многокритериальной задачи, построение целевой функции, методы учёта ограничений	2	2
15	Структурная оптимизация Структурная оптимизация Структурная оптимизация	2	
17	Принятие решений в САПР. Тенденции и перспективы развития САПР	2	2
	Итого часов	**18**	

4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
5 семестр		**18**		
2,4	Основные этапы метода ДФЭ (дробного факторного эксперимента)	4	2	отчет
6,8	Планирование пассивного эксперимента	4	2	опрос
10,12	Испытания на надежность. Планирование и обработка	4		опрос

14, 16	Модели схем РЭС в виде матриц и графов	4		контрольная работа
Итого часов		**18**		

4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Наименование лабораторной работы	Объем часов	В том числе в интерактивной форме (ИФ)	Виды контроля
5 семестр		**36**		
1,3	Проверка гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения	8		отчёт
5,7	Получение математической модели методом ПФЭ (полного факторного эксперимента)	8		отчёт
9,11,13	Вероятностные задачи анализа разброса параметров РЭС	12	4	отчёт
15,17	Численные методы анализа полей в конструкциях РЭС	8	4	отчёт
Итого часов		**36**		

4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
5 семестр			**72**
2	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
3	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Формирование индивидуального задания курсовой работы	проверка выполнения этапа	2
4	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
5	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
	Подготовка анализа научно-технической литературы по теме курсовой работы	проверка выполнения этапа	4
6	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
7	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	
	Проверка воспроизводимости опытов согласно варианта курсовой работы	проверка выполнения этапа	2
8	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Подготовка конспекта по теме для само-	проверка конспекта	1

	стоятельного изучения		
9	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Расчёт коэффициентов нормированной модели согласно варианта курсовой работы	проверка выполнения этапа	2
10	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	1
11	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Проверка значимости коэффициентов	проверка выполнения этапа	2
12	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
13	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Проверка адекватности нормированной модели	проверка выполнения этапа	2
14	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
15	Подготовка к выполнению лаб. работы	допуск к выполнению	2
	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
	Переход от нормированной модели к модели в реальных физических величинах	проверка выполнения этапа	2
16	Подготовка к практическому занятию	проверка домашнего задания	1
	Работа с конспектом лекций, с учебником	проверка домашнего задания	1
	Оформление пояснительной записки курсовой работы	проверка выполнения этапа	4
17	Подготовка к конференции	подготовка доклада, статьи, презентации	4
	Подготовка к защите лаб. работ	отчет, защита	1
18	Подготовка к защите курсовой работы	пояснительная записка, защита	2
	Подготовка к экзамену		10
Итого	**часов**		**72**

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов приведены в электронном издании "Программа и методические указания по организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы САПР»", автор Самойленко Н.Э., 2014.

4.5 Курсовая работа

Курсовая работа выполняется по теме "Получение полноквадратичной модели методом ортогонального центрального композиционного планирования".

Цель курсовой работы состоит:

– в приобретении практических навыков построения регрессионных моделей;

– в освоении методики активного эксперимента, особенностей применения основных этапов метода планирования эксперимента;

– в выработке навыков обоснованного применения активного эксперимента для получения моделей и оценки их адекватности.

Работа выполняется по индивидуальным вариантам технического задания и включает в себя элементы научных исследований.

Применяется поэтапный контроль результатов работы.

По результатам выполнения работы оформляется пояснительная записка.

Защита работы проводится в форме собеседования.

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:
5.1	**Информационные лекции**; **лекции-дискуссии**
5.2	**Практические занятия**: **работа в команде (ИФ) -** совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); выступления по темам рефератов, проведение контрольных работ;
5.3	**лабораторные работы**: **работа в команде (ИФ) -** совместное обсуждение вопросов лекций, домашних заданий, решение творческих задач (метод Делфи); выполнение лабораторных работ в соответствии с индивидуальным графиком, защита выполненных работ;
5.4	**самостоятельная работа студентов**: изучение теоретического материала, подготовка к лекциям, лабораторным работам и практическим занятиям, работа с учебно-методической литературой, оформление конспектов лекций, подготовка реферата, отчетов, подготовка к текущему контролю успеваемости, к экзамену;
5.5	**консультации** по всем вопросам учебной программы.

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

6.1	**Контрольные вопросы и задания**
6.1.1	Используемые формы текущего контроля: автоматизированное тестирование, отчет и защита выполненных лабораторных работ; опрос по итогам выполнения практических занятий; самопроверка в ходе СРС;

	Промежуточная аттестация - экзамен
6.1.2	Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает комплект тестовых заданий и вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно – методическом комплексе дисциплины.

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля и промежуточной аттестации

№ п/п	Раздел дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения (№ недели семестра)
1	Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию подход.	Знание основных понятий	Самоконтроль	Тест	4
			Экзамен	Устный	В течение сессии
2	РЭС и ТП как сложные системы. Блочно-иерархический подход	Знание методики автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию	Самоконтроль	Тест	4
			Защита домашних заданий №1, 2	Устный	4
			Экзамен	Устный	В течение сессии
3	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ.	Знание классификации и методов получения и исследования математических моделей в САПР	Самоконтроль	Тест	6
			Практическое занятие №1	Устный	2
			Допуск к лабораторной работе №1	Устный	2
			Экзамен	Устный	В течение сессии
		Знание основ теории, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов	Самоконтроль	Тест	8
			Практическое занятие №2	Устный	4
			Допуск к лабораторной работе №2	Устный	6
			Экзамен	Устный	В течение сессии

		Умение осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС	Защита лабораторных работ №1,2	Устный	4, 8
		Владение методикой получения регрессионной модели методами планирования эксперимента	Защита курсовой работы	Устный	17-18
4	Имитационное моделирование	Знание классификации и методов получения и исследования математических моделей в САПР	Самоконтроль	Тест	10
			Экзамен	Устный	В течение сессии
		Умение осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС	Домашнее задание №3	Устный	10
5	Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции	Знание классификации и методов получения и исследования математических моделей в САПР	Самоконтроль	Тест	9-12
			Допуск к лабораторной работе №3	Устный	9
		Умение осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС	Защита лабораторной работы №3	Устный	12
			Экзамен	Устный	В течение сессии
6	Задачи анализа полей в конструкци-	Знание классификации и методов полу-	Самоконтроль	Тест	14-16

	ях РЭС	чения и исследования математических моделей в САПР	Допуск к лабораторной работе №4	Устный	16
		Умение осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС	Защита лабораторной работы №4	Устный	18
7	Параметрическая оптимизация	Уметь формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания	Самоконтроль	Тест	8-12
			Экзамен	Устный	В течение сессии
8	Структурная оптимизация	Уметь формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания	Самоконтроль	Тест	13-18
			Практическое занятие №4	Устный	17
			Экзамен	Устный	В течение сессии
9	Принятие решений в САПР. Тенденции и перспективы развития САПР	Знание методики автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархичес-кого подхода к проектированию	Самоконтроль	Тест	18
			Экзамен	Устный	В течение сессии

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Рекомендуемая литература				
№ п/п	**Авторы, составители**	**Заглавие**	**Годы издания. Вид**	**Обеспеченность**

			изда-ния	
7.1.1. Основная литература				
7.1.1.1	Советов Б.Я	Моделирование систем., М.: Высшая школа (гриф МО)	2007 печат.	1
7.1.1.2	Самойленко Н.Э., Макаров О.Ю	Методы оптимизации в проектировании РЭС. Воронеж: ВГТУ (гриф УМО)	2006 печат.	1
7.1.1.3	Муромцев Д.Ю. Тюрин И.В.	Математическое обеспечение САПР СПб : ЭБС Лань	2014 электр	1
7.1.2. Дополнительная литература				
7.1.2.1	Советов Б.Я.,	Информационные технологии. М.: Высшая школа. (гриф УМО)	2008 печат.	1
7.1.2.2	Самойленко Н.Э.	Математическое обеспечение автоматизации проектирование. Учеб. пособие Воронеж ВГТУ	2012 электр.	1
7.1.2.3	Петров А.В.	Математическое моделирование систем СПб : ЭБС Лань (гриф УМО)	2015 электр	1
7.1.3 Методические разработки				
7.1.3.1	Самойленко Н.Э., Чепелев М.А.	Основы САПР. Учебно-методический комплекс Учеб. пособие Воронеж ВГТУ	2008 печат.	1
7.1.3.2	Самойленко Н.Э.	Методы факторного анализа в задачах проектирования конструкций РЭС Воронеж ВГТУ	2008 печат.	1
7.1.3.3	Самойленко Н.Э.	Методические указания по выполнению курсовой работы	2014 электр	1
7.1.3.4	Самойленко Н.Э.	Программа и методические указания по СРС	2014 электр	1
7.1.3.5	Самойленко Н.Э.	Методические указания по выполнению практических занятий	2015 электр	1
7.1.4 Программное обеспечение и интернет ресурсы				
7.1.4.1	Методические материалы курса представлены в ЭИОС ВГТУ			
7.1.4.2	http://www.sapr.ru Журнал САПР и графика			
7.1.4.3	http://www.cadcatalog.ru Каталог отечественных САПР			
7.1.4.4	Комплект мультимедийных презентаций по курсу			
7.1.4.5	Программный комплекс тестирования и лабораторного практикума			

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

8.1	**Специализированная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой
8.2	**Дисплейный класс**, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума

Карта обеспеченности рекомендуемой литературой по дисциплине "Основы САПР"

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания.	Обеспеченность
1. Основная литература				
Л1.1	Советов Б.Я	Моделирование систем., М.: Высшая школа (гриф МО)	2007	1
Л1.2	Самойленко Н.Э., Макаров О.Ю	Методы оптимизации в проектировании РЭС. Воронеж: ВГТУ (гриф УМО)	2006	1
Л1.3	Муромцев Д.Ю. Тюрин И.В.	Математическое обеспечение САПР СПб : ЭБС Лань	2014 электр	1
2. Дополнительная литература				
Л2.1	Советов Б.Я.,	Информационные технологии. М.: Высшая школа. (гриф УМО)	2008	1
Л2.2	Самойленко Н.Э.	Математическое обеспечение автоматизации проектирование. Учеб. пособие Воронеж ВГТУ	2012 электр.	1
Л2.3	Петров А.В.	Математическое моделирование систем СПб : ЭБС Лань (гриф УМО)	2015 электр	1
		7.1.3 Методические разработки		
Л3.1	Самойленко Н.Э., Чепелев М.А.	Основы САПР. Учебно-методический комплекс Учеб. пособие Воронеж ВГТУ	2008 печат.	1
Л3.2	Самойленко Н.Э.	Методы факторного анализа в задачах проектирования конструкций РЭС Учеб. пособие Воронеж ВГТУ	2008 печат.	1
Л3.3	Самойленко Н.Э.	Методические указания по выполнению курсовой работы	2014 электр	1
Л3.4	Самойленко Н.Э.	Программа и методические указания по СРС	2014 электр	1
Л3.5	Самойленко Н.Э.	Методические указания по выполнению практических занятий	2015 электр	1

Лист регистрации изменений к РПД

№ п/п	Дата внесения изменений	Содержание изменений	Согласование		
			Руководитель ОПОП, д.т.н. профессор Муратов А.В.	Председатель методической комиссии факультета радиотехники и электроники	Декан факультета радиотехники и электроники, д.т.н., доцент Небольсин В.А.
1	24.11.2017	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
2	20.10.2018	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			

3	12.09.2019	Актуализированы лицензионные соглашения на программное обеспечение, необходимое для осуществления образовательного процесса в рамках реализации основной профессиональной образовательной программы.			
4	10.10.2020	Внесены изменения в перечень основной и дополнительной литературы дисциплин учебного плана, в связи с актуализацией и договоров с электронно-библиотечными системами «Elibrary»: Договор с ООО «РУНЭБ», «ЭБС ЛАНЬ», Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека».			
5					
6					
7					