

**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

«Основы САПР»

Направление подготовки 11.03.03 Конструирование и технология
электронных средств

Профиль Проектирование и технология радиоэлектронных средств

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года /4 года 11 м.

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2021 г.

Автор программы

О.Н. Чирков

Заведующий кафедрой
конструирования и
производства
радиоаппаратуры

А.В. Башкиров

Руководитель ОПОП

А.А. Пирогов

Воронеж 2021

1 ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели 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 Задачи освоения дисциплины приобретение знаний на уровне представлений о методах и средствах синтеза экспериментально-статистических, имитационных и аналитических математических моделей; освоение умений формализации описания конструктивных модулей РЭС, базовые методы и средства автоматизированного проектирования РЭС; приобретение навыков автоматизированного проектирования конструкций и технологии РЭС, способов формирования и реализации основных видов обеспечения САПР.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Основы САПР» относится к дисциплинам обязательной части блока Б.1 учебного плана.

3 ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Основы САПР» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приемы обработки и представления полученных данных

ОПК-3 - Способен применять методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации из различных источников и баз данных, соблюдая при этом основные требования информационной безопасности

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	знать структуру и принципы построения современных САПР, классификацию и методы получения и исследования математических моделей в САПР
	уметь осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС.
	владеть методикой получения регрессионной модели, методами планирования эксперимента

ОПК-3	знать современные методы анализа и представления информации, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов
	уметь получать математическую модель на основе различных входных данных. Формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания.
	владеть методикой автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию.

4 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Основы САПР» составляет 5 зачётных единиц.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

Очная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	90	90
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа	54	54
Курсовая работа	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	36	36
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

Заочная форма обучения

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	16	16
В том числе:		
Лекции	4	4
Практические занятия (ПЗ)	4	4

Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Самостоятельная работа	155	155
Курсовая работа	+	+
Контрольная работа		
Вид промежуточной аттестации – экзамен	9	9
Общая трудоемкость	час	180
	зач. ед.	5

5 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

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	Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию	Возникновение проблемы автоматизации проектирования. Автоматизация проектирования и технологии - основная часть проблемы. Основные определения дисциплины. Современный уровень САПР РЭС. САПР индивидуального и коллективного пользования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Вклад русских ученых в их развитие. Социальные аспекты применения САПР.	4	2	4	6	16
2	РЭА и ТП как сложные системы. Блоч-но-иерархический подход.	Обоснование необходимости применения системного подхода к проектированию. Основные понятия теории сложных систем и принципы системного подхода. Кибернетический подход и классификация параметров РЭС и ТП как объектов проектирования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Конструкции и технология РЭС как сложные системы.	4	2	4	6	16
3	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Способы получения и методология применения математических моделей в задачах проектирования, технологии и надежности РЭС. Регрессионный анализ <u>Самостоятельное изучение.</u> Математические модели микро, макро и мега-уровня.	4	2	4	6	16
4	Имитационное моделирование	Имитационное моделирование сложных систем. Событийный и сетевой подход. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). <u>Самостоятельное изучение.</u> Сети Петри в имитационном моделировании	4	2/	4	6	16
5	Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции РЭА	Взаимосвязь задач анализа точности, надежности, стабильности 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 случая. Обоснование выбора метода анализа точности в процессе проектирования.	4	2	4	6	16
6	Задачи ана-	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС	4	2	4	6	16

	лиза полей в конструкциях РЭС	Математическая постановка дифференциальной краевой задачи. Численные методы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Формирование граничных и начальных условий.					
7	Параметрическая оптимизация	Параметрическая оптимизация Математическая постановка многокритериальной задачи, построение целевой функции. <u>Самостоятельное изучение.</u> Методы учёта ограничений	4	2	4	6	16
8	Структурная оптимизация	Постановка задач параметрической оптимизации Структурная оптимизация Методы поисковой оптимизации <u>Самостоятельное изучение.</u> Автоматизация решения типовых задач структурного синтеза	4	2	4	6	16
9	Тенденции и перспективы развития САПР	Многоцелевое технологическое оборудование с микропроцессорным управлением Микропроцессорные локальные системы управления Промышленные роботы Комплексы оборудования ГПК <u>Самостоятельное изучение.</u> Автоматизированная система технологической подготовки производства.	4	2	4	6	16
Итого			36	18	36	54	144

Заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию	Возникновение проблемы автоматизации проектирования. Автоматизация проектирования и технологии - основная часть проблемы. Основные определения дисциплины. Современный уровень САПР РЭС. САПР индивидуального и коллективного пользования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Вклад русских ученых в их развитие. Социальные аспекты применения САПР.	0,5			18	18,5
2	РЭА и ТП как сложные системы. Блоч-но-иерархический подход.	Обоснование необходимости применения системного подхода к проектированию. Основные понятия теории сложных систем и принципы системного подхода. Кибернетический подход и классификация параметров РЭС и ТП как объектов проектирования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Конструкции и технология РЭС как сложные системы.	0,5			18	18,5
3	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Способы получения и методология применения математических моделей в задачах проектирования, технологии и надежности РЭС. Регрессионный анализ <u>Самостоятельное изучение.</u> Математические модели микро, макро и мега-уровня.	0,5	2	2	17	21,5
4	Имитационное моделирование	Имитационное моделирование сложных систем. Событийный и сетевой подход. Моделирование систем массового обслуживания (СМО). <u>Самостоятельное изучение.</u> Сети Петри в имитационном моделировании	0,5			17	17,5
5	Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции РЭА	Взаимосвязь задач анализа точности, надежности, стабильности 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 случая.	0,5	2	2	17	21,5

		Обоснование выбора метода анализа точности в процессе проектирования.					
6	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС Математическая постановка дифференциальной краевой задачи. Численные методы. <u>Самостоятельное изучение.</u> Формирование граничных и начальных условий.	0,5		2	17	19,5
7	Параметрическая оптимизация	Параметрическая оптимизация Математическая постановка многокритериальной задачи, построение целевой функции. <u>Самостоятельное изучение</u> Методы учёта ограничений			2	17	19
8	Структурная оптимизация	Постановка задач параметрической оптимизации Структурная оптимизация Методы поисковой оптимизации <u>Самостоятельное изучение.</u> Автоматизация решения типовых задач структурного синтеза	0,5			17	17,5
9	Тенденции и перспективы развития САПР	Многоцелевое технологическое оборудование с микропроцессорным управлением Микропроцессорные локальные системы управления Промышленные роботы Комплексы оборудования ГПК <u>Самостоятельное изучение.</u> Автоматизированная система технологической подготовки производства.	0,5			17	17,5
Итого			4	4	8	155	171

Практическая подготовка при освоении дисциплины учебным планом не предусмотрена.

5.2 Перечень лабораторных работ

Проверка гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения

Получение математической модели методом ПФЭ (полного факторного эксперимента)

Вероятностные задачи анализа разброса параметров РЭС

Численные методы анализа полей в конструкциях РЭС

6 ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсовой работы в 5 семестре для очной и заочной форм обучения.

Примерная тематика курсовой работы: «Получение полноквадратичной модели методом ортогонального центрального композиционного планирования».

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

– приобретение практических навыков построения регрессионных моделей;

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

– выработка 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.

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
ОПК-2	знать структуру и принципы построения современных САПР, классификацию и методы получения и исследования математических моделей в САПР	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС.	Решение стандартных практических задач, написание курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методикой получения регрессионной модели, методами планирования эксперимента	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по курсовой работе	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-3	знать современные методы анализа и представления информации, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов	Активная работа на лабораторных и практических занятиях, отвечает на теоретические вопросы при защите курсовой работы	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь получать математическую модель на основе раз-	Решение стандартных	Выполнение работ в срок, пре-	Невыполнение работ в

	личных входных данных. Формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания.	практических задач, написание курсовой работы	дусмотренный в рабочих программах	срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методикой автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области, выполнение плана работ по разработке курсовой работы	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 5 семестре для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии и оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать структуру и принципы построения современных САПР, классификацию и методы получения и исследования математических моделей в САПР	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь осуществлять обоснованный выбор метода решения задач анализа конструкции РЭС.	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	владеть методикой получения регрессионной модели, методами планирования эксперимента	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
ОПК-3	знать современные методы анализа и представления информации, методы планирования и обработки результатов пассивных и активных факторных экспериментов	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь получать математическую мо-	Тест	Выполнение	Выполнение	Выполнение теста	В тесте менее

	личных входных данных. Формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания.		90-100%	80-90%		правильных ответов
	владеть методикой автоматизированного проектирования РЭС на основе блочно-иерархического подхода к проектированию.	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 (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. Связь между различными параметрами ОП задается с помощью:

- 1) Линейных моделей;
- 2) Эмпирических моделей;
- 3) Математических моделей;
- 4) Нелинейных моделей.

2. Математическая модель – это совокупность математических объектов, а именно:

- 1) Чисел и символов;
- 2) Чисел и формул;
- 3) Формул и символов;
- 4) Чисел, символов, формул и т.п.

3. Структура ОП – это:

- 1) описание того, из каких элементов состоит ОП и как эти элементы связаны друг с другом;
- 2) совокупность математических объектов (чисел, символов, формул и т.п.), описывающих структуры и функционирование ОП;
- 3) зависимость выходных характеристик от внутренних параметров;
- 4) структура которая описывает все возможные физические процессы, происходящие в ОП.

4. Все ММ должны обладать свойствами такими как:

- 1) точность, адекватность;
- 2) экономичность, универсальность;
- 3) точность, универсальность;
- 4) точность, адекватность, экономичность, универсальность

5. Гипотеза о статистической значимости коэффициентов регрессии проверяется с помощью критерия:

- 1) Фишера;
- 2) Стьюдента;
- 3) Кокрена;
- 4) Пирсона;

6. Полный факторный эксперимент – это:

- 1) метод построения обобщенной целевой функции;
- 2) степень влияния одной переменной на другую;
- 3) эксперимент, в котором реализуются все возможные неповторяющиеся сочетания уровней факторов;
- 4) система экспериментов, позволяющая рассчитывать коэффициенты уравнения регрессии;

системой методов и средств

7. Связь между различными параметрами ОП задается с помощью:

- 1) Линейных моделей;
- 2) Эмпирических моделей;
- 3) Математических моделей;
- 4) Нелинейных моделей.

8 Структура ОП – это:

- 1) описание того, из каких элементов состоит ОП и как эти элементы связаны друг с другом;
- 2) совокупность математических объектов (чисел, символов, формул и т.п.), описывающих структуры и функционирование ОП;
- 3) зависимость выходных характеристик от внутренних параметров;
- 4) структура которая описывает все возможные физические процессы, происходящие в ОП.

9. Все ММ должны обладать свойствами такими как:

- 1) точность, адекватность;
- 2) экономичность, универсальность;
- 3) точность, универсальность;
- 4) точность, адекватность, экономичность, универсальность.

10. Гипотеза о статистической значимости коэффициентов регрессии проверяется с помощью критерия:

- 1) Фишера;
- 2) Стьюдента;
- 3) Кокрена;
- 4) Пирсона;

11 Полный факторный эксперимент – это:

- 1) метод построения обобщенной целевой функции;
- 2) степень влияния одной переменной на другую;
- 3) эксперимент, в котором реализуются все возможные неповторяющиеся сочетания уровней факторов;
- 4) система экспериментов, позволяющая рассчитывать коэффициенты уравнения регрессии; системой методов и средств.

12 Какого алгоритма размещения не существует?

1. Непрерывно-дискретные.
2. Дискретные.
3. Эвристические.
4. Непрерывно-эвристические.

13. Экспериментальная модель – это...?

1. модель, полученная на основе анализа не экспериментальных данных.
2. модель, полученная на основе анализа экспериментальных данных.
3. модель, полученная на основе анализа теоретических данных.
- модель, полученная на основе анализа не теоретических данных.

14. Свойство сохранять во времени значения всех требуемых параметров в установленных пределах при заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ре-

монта, хранения и транспортировки – это...

- 1) Качество
- 2) Надёжность
- 3) Безотказность
- 4) Точность

15. Степень приближения истинного значения выходного параметра к его номинальному значению при отклонениях входных параметров, соответствующих производственным погрешностям – это...

- 1) Безотказность
- 2) Погрешность
- 3) Качество
- 4) Точность

16. Свойство РЭА сохранять работоспособность в течение требуемого интервала времени – это...

- 1) Безотказность
- 2) Интенсивность отказа
- 3) Нарботка до отказа
- 4) Качество

17. Модель, описывающая объект проектирования с заданной точностью – это...

- 1) Вероятностная модель
- 2) Аналитическая модель
- 3) Алгоритмическая модель
- 4) Адекватная модель

18. Задача оптимизации, в которой целевая функция и ограничения имеют произведения $X_1 X_2 \dots X_n$ – это...

- 1) Задача геометрического программирования
- 2) Задача динамического программирования
- 3) Задача линейного программирования
- 4) Задача квадратичного программирования

19. Модель, рассматривающая отдельные блоки объекта проектирования – это...

- 1) Математическая модель
- 2) Модель макроуровня
- 3) Модель мегауровня
- 4) Макромодель

20. Пользуясь статистическими методами и учитывая конечность экспериментальных данных, можно получить:

- 1) Статические данные коэффициента α
- 2) Данные эксперимента
- 3) Математическую модель оценки коэффициентов регрессии β

21. Если выполняется условие $G_p \leq G_T$, то опыты считаются:

- 1) Не воспроизводимы
- 2) Не выполнимы
- 3) Воспроизводимы
- 4) Выполнимы

22. Критерию D-оптимальности соответствует:

- 1) минимальный объем эллипсоида рассеяния ошибок (минимум произведения всех дисперсий коэффициентов полинома)
- 2) ожидаемую ошибку предсказания функции отклика
- 3) максимальная дисперсия коэффициентов будет минимальна.

23. Ортогональным называется план, в котором:

- 1) возможность исследования, построение линейной модели
- 2) обеспечение для любого направления от центра эксперимента равнозначность точности

оценки функции отклика (постоянство дисперсии предсказания) на равных расстояниях от центра эксперимента

3) выполняется условие парной ортогональности столбцов матрицы планирования, в частности, для независимых переменных, где N – количество точек плана эксперимента, k – количество независимых факторов.

4) Осуществляется построение математической модели

24. Использование ротатабельных планов:

1) обеспечивает для любого направления от центра эксперимента равнозначность точности оценки функции отклика (постоянство дисперсии предсказания) на равных расстояниях от центра эксперимента.

2) дает уверенность в том, что в области планирования нет точек с чрезмерно большой ошибкой описания функции.

3) Дает план, в котором максимальная дисперсия коэффициентов будет минимальна.

4) эффекты факторов максимально независимы друг от друга.

25. Задача анализа поля заключается в:

1) нахождении функции потенциала поля u , удовлетворяющую дифференциальному уравнению и краевым условиям

2) переходе от решения дифференциальной краевой задачи к решению системы линейных алгебраических уравнений

3) переходе от частных производных к их разностным

4) разложении функции $u(x)$ решения ДКЗ в ряд Тейлора

26. Множество наборов значений управляемых параметров X называют:

1) матрицей случайных величин

2) областью работоспособности

3) критериями качества

4) матрицей управляемых параметров

27. Какие из перечисленных методов не относятся к переходу от многокритериальной задачи оптимизации к однокритериальной:

1) вероятностный

2) аддитивный

3) наименьших квадратов

4) мультипликативный

28. Основной проблемой при использовании метода Лагранжа является:

1) введение дополнительных переменных, неопределённых множителей

2) значительное увеличение размерности задачи параметрической оптимизации

3) поиск максимума ($X_{\max}$) и минимума ($Y_{\min}$) для целевой функции $\Phi(X, Y)$

4) нахождение числа дополнительных коэффициентов

29. Повтор одних и тех же действий, что связано с дополнительными затратами времени и средств называется:

1) компиляция

2) интеграция

3) модификация

4) итерация

30. Оптимальное проектирование это

а) процесс принятия наилучших решений с помощью ЭВМ

б) это технология описания системы в целом как множества взаимозависимых действий, или функций

- в) это дисциплина, определяющая подсистемы, компоненты и способы их соединения, задающая ограничения, при которых система должна функционировать, выбирающая наиболее эффективное сочетание людей, машин и программного обеспечения для реализации системы.
- г) это постепенное совершенствование конструкции путем введения в нее отдельных новых или дополнительных деталей, узлов

31. Цель решения задач параметрической оптимизации является

- а) обеспечение надежности сложных технических объектов при применении, и ситуацию, в которой объем контрольных операций по выявлению отказов подсистем сложных технических объектов не может быть выполнен полностью из-за необходимости его экстренного применения.
- б) поиск ветви графа, обеспечивающей экстремум целевой функции.
- в) определение такого набора значений параметров, при котором критерий качества достигает своих наилучших значений.
- г) реализация необходимой априорной информации хотя бы о приблизительном характере поверхности целевой функции.

32. САПР – это организационно-техническая система, включающая в себя комплекс средств автоматизации ...

- проектирования;
- управления производством;
- эксплуатации аппаратуры.

33. Основная трудоемкость разработки САПР приходится на ... обеспечение.

- программно-информационное;
- организационно-методическое;
- документально-техническое.

34. Для проектирования отдельных видов печатных плат предназначены ... САПР

- специализированные;
- комплексные;
- универсальные

35. Техническая документация, регламентирующая и организующая процесс автоматизированного проектирования, включает в себя ... обеспечение.

- организационно-методическое;
- программно-информационное;
- документально-техническое.

36. Для проектирования элементной базы РЭС предназначены ... САПР

- комплексные;
- универсальные;
- специализированные

37. Что такое фактор?

- любой параметр в системе;
- внешний параметр объекта проектирования;
- внутренний параметр объекта проектирования;

38. Что понимают под воспроизводимостью опытов?

- способность повторить опыт
- однородность дисперсий
- равенство математических ожиданий

39. По какому критерию оценивают значимость коэффициентов уравнения в ПФЭ?

- F-критерий Фишера
- G-критерий Кокрена
- t- критерий Стьюдента

40. Что задают матрицей планирования?

- воспроизводимость опытов

- значимость коэффициентов уравнения
 - адекватность модели
41. По какому критерию проверяют математическую модель на адекватность?
- F-критерий Фишера
 - G-критерий Кокрена
 - t- критерий Стьюдента
42. Чтобы решить задачу анализа поля необходимо
- найти функцию потенциала поля
 - задать граничные условия
 - решить дифференциальные уравнения
43. Какие формулы вычисления частных производных применяются в методе конечных разностей?
- Формула левой производной
 - Формула правой производной
 - Формула мнимой производной
 - Формула центральной производной

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Как получить математическую модель в реальных физических величинах?
 - составить матрицу планирования
 - подставить нормированные коэффициенты
 - проверить на адекватность
2. Какие математические модели можно получить методом ПФЭ?
 - линейную и полноквадратичную
 - только линейную
 - линейную и неполноквадратичную
 - полноквадратичную
3. Чтобы решить задачу анализа поля необходимо
 - найти функцию потенциала поля
 - задать граничные условия
 - решить дифференциальные уравнения
4. Какие формулы вычисления частных производных применяются в методе конечных разностей?
 - Формула левой производной
 - Формула правой производной
 - Формула мнимой производной
 - Формула центральной производной
5. Какое минимальное количество опытов необходимо провести для определения соответствия нормальному распределению случайной величины по критерию Пирсона?
 - 24
 - 2
 - 50
 - 100
6. Сколько строк будет в матрице планирования при получении математической модели методом ОЦКП с числом факторов $n=4$?
 - 16
 - 25
 - 17

7. Какая структурная модель схем РЭС в виде матриц и графов не являются основой для всех методов автоматизированного проектирования конструкций РЭС?

1. Компоновка.
2. Размещение.
3. Трассировка.
4. Разрезание.

8. Какая одна из основных задач автоматизированного конструирования РЭС?

1. Задача размещения модулей РЭС.
2. Задача проектирования платы.
3. Задача проектирования корпуса.
4. Задача размещения платы в корпусе.

9. Какого алгоритма размещения не существует?

5. Непрерывно-дискретные.
6. Дискретные.
7. Эвристические.
8. Непрерывно-эвристические.

Глоссарий.

10. Случайная величина – это ...?

1. величина, которая в результате некоторого эксперимента с заранее непредсказуемым исходом каждый раз принимает одно из возможных значений.
2. величина, которая в результате некоторого эксперимента с заранее предсказуемым исходом каждый раз принимает одно из возможных значений.
3. величина, которая в результате некоторого эксперимента с заранее непредсказуемым исходом каждый раз принимает одно из нужных значений.
- величина, которая в результате некоторого эксперимента с заранее предсказуемым исходом каждый раз принимает одно из нужных значений

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Отметьте Основные виды обеспечения САПР:

- 1) Техническое
- 2) Математическое
- 3) Автоматизированное
- 4) Программное
- 5) Информационное
- 6) Лингвистическое
- 7) Ручное
- 8) Методическое

2. К факторам и переменным состояниям одновременно предъявляется ряд требований:

- 1) факторы и переменные состояния должны иметь области определения, заданные технологическими или принципиальными ограничениями;
- 2) значения коэффициентов регрессии оцениваются со значительными ошибками.
- 3) между факторами и переменными состояниями должно существовать однозначное соответствие; оно позволит в основном эксперименте построить математическую модель объекта исследования и решить поставленную задачу эксперимента.

3. Пользуясь статистическими методами и учитывая конечность экспериментальных данных, можно получить:

- 1) Статические данные коэффициента α
- 2) Данные эксперимента
- 3) Математическую модель
- 4) оценки коэффициентов регрессии β

4. Если выполняется условие $G_p \leq G_T$, то опыты считаются:

- 1) Невоспроизводимыми
 - 2) Невыполнимыми
 - 3) Воспроизводимы
 - 4) Выполнимы
5. Задача анализа поля заключается в:
- 1) нахождении функцию потенциала поля u , удовлетворяющую дифференциальному уравнению и краевым условиям
 - 2) переходе от решения дифференциальной краевой задачи к решению системы линейных алгебраических уравнений
 - 3) переходе от частных производных к их разностным
 - 4) разложении функции $u(x)$ решения ДКЗ в ряд Тейлора
6. Множество наборов значений управляемых параметров X называют:
- 1) матрицей случайных величин
 - 2) областью работоспособности
 - 3) критериями качества
 - 4) матрицей управляемых параметров
7. Какие из перечисленных методов не относятся к переходу от многокритериальной задачи оптимизации к однокритериальной:
- 1) вероятностный
 - 2) аддитивный
 - 3) наименьших квадратов
 - 4) мультипликативный
8. Основной проблемой при использовании метода Лагранжа является:
- 1) введение дополнительных переменных, неопределённых множителей
 - 2) значительное увеличение размерности задачи параметрической оптимизации
 - 3) поиск максимума ($X \max$) и минимума ($Y \min$) для целевой функции $\Phi(X, Y)$
 - 4) нахождение числа дополнительных коэффициентов
9. Перечислите методы построения целевой функции:
- метод выделения главного критерия,
 - аддитивный метод,
 - мультипликативный метод,
 - минимаксный метод
10. Какая из перечисленных функций является штрафной функцией в методах поисковой оптимизации:

$$1) \theta_k(X) = r_k \cdot \sum_{l=1}^L \left[\max\{0, g_l(X)\} \right]^2,$$

$$2) \Phi(X, Y) = f(X) - \sum_{l=1}^L y_l(X),$$

$$3) f(X) = \frac{\prod_{i=1}^t K_i^-(X)}{\prod_{i=t+1}^s K_i^+(X)} \rightarrow \min$$

$$4) \tilde{x}(t) = a_0 + \tilde{a}t,$$

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Системный подход к проектированию. Основные принципы системного подхода
2. РЭС и технологические процессы как сложные системы
3. Классификация параметров объекта проектирования
4. Блочный-иерархический подход к проектированию. Основные проектные процедуры
5. Восходящее и нисходящее проектирование
6. Понятие структуры объекта проектирования. Структурная оптимизация и структурный синтез
7. Формализация требований технического задания
8. Понятие и свойства математической модели
9. Классификация математических моделей
10. Методы анализа полей в конструкциях РЭС
11. Регрессионный анализ. Виды и условия применения
12. Проверка гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения
13. Метод полного факторного эксперимента
14. Метод дробного факторного эксперимента
15. Имитационное моделирование: назначение, основные этапы, преимущества и недостатки
16. Моделирование работы генераторов заявок и обслуживающих аппаратов в СМО.
17. Классификация систем массового обслуживания
18. Сетевой подход к имитационному моделированию. Сети Петри
19. Параметры РЭС и технологических процессов как случайные величины
20. Задача анализа точности РЭС
21. Математическая постановка задачи параметрической оптимизации.
22. Методы перехода от многокритериальной задачи оптимизации к однокритериальной
23. Методы учета ограничений (перехода к задаче безусловной оптимизации)
24. Классификация методов параметрической оптимизации
25. Методы поисковой оптимизации (основная идея)
26. Методы поиска нулевого порядка
27. Методы поиска первого порядка
28. Методы поиска второго порядка

7.2.6 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
2	РЭС и ТП как сложные системы. Блоч-но-иерархический подход	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
3	Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ.	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
4	Имитационное моделирование	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
5	Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
6	Задачи анализа полей в конструкциях РЭС	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
7	Параметрическая оптимизация	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
8	Структурная оптимизация.	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой работе, контрольно-измерительные материалы для экзамена
9	Тенденции и перспективы развития САПР.	ОПК-2, ОПК-3	Тест, устный опрос, требования к курсовой

			работе, контрольно
--	--	--	--------------------

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.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Малюх, В.Н. Введение в современные САПР: Курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1314>.
2. Ушаков, Д.М. Введение в математические основы САПР: курс лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : ДМК Пресс, 2011. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1311>
3. Синтез математических моделей: методические указания к выполнению курсовой работы по дисциплине «Основы САПР» для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» профиль («Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: О.Н. Чирков. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2021. – 1 файл Режим доступа: [492-2021 СИНТЕЗ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ](#)
4. Основы САПР [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» профиль («Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воро-

неж. гос. техн. ун-т», Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; сост. : О. Н. Чирков. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. – Электрон. текстовые и граф. данные (826 Кб). – Режим доступа: [489-2021 ОСНОВЫ САПР](#)

5. Основы САПР [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических заданий для студентов направления 11.03.03 «Конструирование и технология электронных средств» (профиль «Проектирование и технология радиоэлектронных средств») всех форм обучения / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т", Каф. конструирования и производства радиоаппаратуры; сост. : О. Н. Чирков. - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2021. - Электрон. текстовые и граф. данные (1 505 Кб). – Режим доступа: [518-2021 ОСНОВЫ САПР ПЗ](#)

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:

Перечень ПО, включая перечень лицензионного программного обеспечения:

ОС Windows 7 Pro;
Google Chrome;
Microsoft Office 64-bit;
DesignSpark PCB;
Altium Designer;
EasyEDA

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

<http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам;

<http://www.edu.ru/> – федеральный портал «Российское образование»;

Образовательный портал ВГТУ;

<http://www.iprbookshop.ru/> – электронная библиотечная система IPRbooks

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы:

– <http://www.mathnet.ru/> – общероссийский портал Math-Net.ru

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональный компьютер с установленным ПО, подключенный к сети Интернет;
- доска магнитно-маркерная;
- мультимедийный проектор на кронштейне;
- экран настенный

Учебная аудитория (компьютерный класс) для проведения лабораторных занятий, оснащенная следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 11 шт.;
- принтер цветной лазерный;
- доска магнитно-маркерная поворотная;
- цифровой осциллограф DS1052E – 3 шт.;
- анализатор спектра DSA815;
- генератор VC2002;
- источник питания DP832 – 4 шт.;
- источник питания HY 1503D 2 LCD – 6 шт.;
- мультиметр DM3058E – 3 шт.

Помещение (Читальный зал) для самостоятельной работы с выходом в сеть «Интернет» и доступом в электронно-библиотечные системы и электронно-информационную среду, укомплектованное следующим оборудованием:

- персональные компьютеры с установленным ПО, подключенные к сети Интернет — 10 шт.;
- принтер;
- магнитно-маркерная доска;
- переносные колонки;
- переносной микрофон

10 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

По дисциплине «Основы САПР» читаются лекции, проводятся лабораторные и практические занятия, выполняется курсовая работа.

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 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.

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 ряд составляющих (см. таблицу ниже)

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, коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа (проект), зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Формы итоговой проверки знаний студентов по дисциплине «Основы САПР» – курсовая работа и экзамен.

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.
Практическое занятие	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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополни-

	тельную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	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 расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации (экзамену)	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1			
2			
3			