

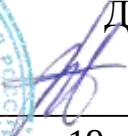
**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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



УТВЕРЖДАЮ

Декан ФРТЭ

 / В.А. Небольсин /  
« 19 » июня 2020 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 / 4г 11 мес

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2020 г.

Автор программы



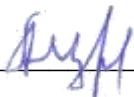
/Чирков О.Н./

Заведующий кафедрой  
конструирования и производства  
радиоаппаратуры



/Башкиров А.В./

Руководитель ОПОП



/Муратов А.В./

**Воронеж 2020**

## 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, методами обработки баз данных с учетом требования информационной безопасности                                         |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

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

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

##### Очная форма обучения

| Вид учебной работы                             | Всего часов  | Семестры  |     |  |  |
|------------------------------------------------|--------------|-----------|-----|--|--|
|                                                |              | 5         |     |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>              | <b>90</b>    | <b>90</b> |     |  |  |
| В том числе:                                   |              |           |     |  |  |
| Лекции                                         | 36           | 36        |     |  |  |
| Практические занятия (ПЗ)                      | 18           | 18        |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 36           | 36        |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>54</b>    | <b>54</b> |     |  |  |
| Курсовая работа                                | +            | +         |     |  |  |
| Контрольная работа                             |              |           |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой |              |           |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен         | +            | +         |     |  |  |
| Общая трудоемкость                             | час          | 144       | 144 |  |  |
|                                                | экзамен. ед. | 36        | 36  |  |  |

##### Заочная форма обучения

| Вид учебной работы                | Всего часов | Семестры  |  |  |  |
|-----------------------------------|-------------|-----------|--|--|--|
|                                   |             | 3         |  |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b> | <b>18</b>   | <b>18</b> |  |  |  |
| В том числе:                      |             |           |  |  |  |
| Лекции                            | 4           | 4         |  |  |  |

|                                                |              |            |     |  |  |
|------------------------------------------------|--------------|------------|-----|--|--|
| Практические занятия (ПЗ)                      | 4            | 4          |     |  |  |
| Лабораторные работы (ЛР)                       | 8            | 8          |     |  |  |
| <b>Самостоятельная работа</b>                  | <b>155</b>   | <b>155</b> |     |  |  |
|                                                |              |            |     |  |  |
| Курсовая работа                                | +            | +          |     |  |  |
| Контрольная работа                             |              |            |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой |              |            |     |  |  |
| Вид промежуточной аттестации – экзамен         | +            | +          |     |  |  |
| Общая трудоемкость                             | час          | 171        | 171 |  |  |
|                                                | экзамен. ед. | 9          | 9   |  |  |

## 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     | Основные понятия САПР. Системный подход к проектированию                       | Возникновение проблемы автоматизации проектирования. Автоматизация конструирования и технологии - основная часть проблемы. Основные определения дисциплины. Современный уровень САПР РЭС. САПР индивидуального и коллективного пользования.<br><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. Блочнo-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.<br><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 конструирования, технологии и надежности РЭС. Регрессионный анализ<br><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).<br><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 статисти-                                                                                       | 4    | 2         | 4         | 6   | 16         |

|              |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              |           |           |           |           |            |
|--------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
|              |                                         | ческих испытаний (Монте-Карло). Метод наихудшего случая. Обоснование выбора метода анализа точности в процессе проектирования. <u>Самостоятельное изучение.</u> Задачи анализа и синтеза допусков в проектировании РЭС.                                                      |           |           |           |           |            |
| 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.                                                                            | 4         | 2         | 4         | 6         | 16         |
| 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         |
| <b>Итого</b> |                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>36</b> | <b>18</b> | <b>36</b> | <b>54</b> | <b>144</b> |

### 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. Основные определения дисциплины. <u>Самостоятельное изучение.</u> Автоматизация конструирования и технологии - основная часть проблемы. Современный уровень САПР РЭС. САПР индивидуального и коллективного пользования Вклад русских ученых в их развитие. Социальные аспекты применения САПР. | -    | -         | -         | 18  | 18         |
| 2     | РЭА и ТП как сложные системы. Блочнo-иерархический подход.                      | Основные понятия теории сложных систем и принципы системного подхода.. <u>Самостоятельное изучение.</u> Обоснование необходимости применения системного подхода к проектированию. Кибернетический подход и классификация параметров РЭС и ТП как объектов проектирования Конструкции и технология РЭС как сложные системы.                          | 1    | -         | -         | 17  | 18         |
| 3     | Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ. | Понятие, свойства и классификация математических моделей. Регрессионный анализ <u>Самостоятельное изучение.</u> Способы получения и методология применения математических моделей в задачах конструирования, технологии и надежности РЭС. Математические модели микро, макро и мега-уровня.                                                         | 1    | 2         | 2         | 17  | 22         |
| 4     | Имитационное моделирование                                                      | Имитационное моделирование сложных систем. Событийный и сетевой подход <u>Самостоятельное изучение.</u> . Моделирование систем массового обслуживания (СМО). Сети Петри в имитационном моделировании                                                                                                                                                | 1    | -         | -         | 17  | 18         |
| 5     | Вероятностные задачи анализа разброса параметров конструкции РЭА                | Взаимосвязь задач анализа точности, надежности, стабильности и серийнопригодности. Общность математического аппарата задач анализа разброса параметров РЭС. <u>Самостоятельное изучение.</u> Методы анализа точности конструкций и технологических процессов. Вероятностный метод. Метод статисти-                                                  | 1    | 2         | 2         | 17  | 22         |

|              |                                                                |                                                                                                                                                                                                    |          |          |          |            |            |
|--------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|----------|------------|------------|
|              |                                                                | ческих испытаний (Монте-Карло). Метод наихудшего случая. Обоснование выбора метода анализа точности в процессе проектирования. Задачи анализа и синтеза допусков в проектировании РЭС.             |          |          |          |            |            |
| 6            | Задачи анализа полей в конструкциях РЭС                        | Задачи анализа полей в конструкциях РЭС <u>Самостоятельное изучение</u> . Математическая постановка дифференциальной краевой задачи. Численные методы. Формирование граничных и начальных условий. | -        | -        | 2        | 18         | 20         |
| 7            | Параметрическая оптимизация                                    | <u>Самостоятельное изучение</u> Свойства параметрической оптимизации. Методы учёта ограничений. Математическая постановка многокритериальной задачи, построение целевой функции.                   | -        | -        | 2        | 17         | 19         |
| 8            | Структурная оптимизация                                        | <u>Самостоятельное изучение</u> Структурная оптимизация: постановка задачи Методы перебора. Автоматизация решения типовых задач структурного синтеза                                               | -        | -        | -        | 17         | 17         |
| 9            | Принятие решений в САПР. Тенденции и перспективы развития САПР | <u>Самостоятельное изучение</u> Принятие решений в САПР. Тенденции и перспективы развития САПР Автоматизированная система технологической подготовки производства                                  | -        | -        | -        | 17         | 17         |
| <b>Итого</b> |                                                                |                                                                                                                                                                                                    | <b>4</b> | <b>4</b> | <b>8</b> | <b>155</b> | <b>171</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Проверка гипотезы о соответствии экспериментальных данных нормальному закону распределения;
2. Получение математической модели методом полного факторного эксперимента;
3. Вероятностные задачи анализа разброса параметров РЭС;
4. 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 формы обучения и в 3 семестре для заочной формы обучения.

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.

## **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».

| <b>Компетенция</b> | <b>Результаты обучения,, характеризующие сформированность компетенции</b>                                                                              | <b>Критерии оценивания</b>                                                                                            | <b>Аттестован</b>                                             | <b>Не аттестован</b>                                            |
|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>ОПК-2</b>       | 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 |
| <b>ОПК-3</b>       | 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 различных входных данных. Формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания. | 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 автоматизированного проектирования РЭС, методами обработки баз данных с учетом требования информационной безопасности                                         | 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 и 3 семестрах для очной и заочной форм обучения по системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно»

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                      | Критерии 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 основы теории, 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 формулировать математическую постановку оптимизационной задачи на основе анализа технического задания                            | Тест                | Выполнение теста на 90-100% | Выполнение теста на 80-90% | Выполнение теста на 70-80% | В тесте менее 70% 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. САПР – это организационно-техническая система, включающая в себя комплекс средств автома-тизации ...

- а) проектирования;
- б) управления производством;
- в) эксплуатации аппаратуры.

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

- а) программно-информационное;
- б) организационно-методическое;
- в) документально-техническое.

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

- а) организационно-методическое;
- б) программно-информационное;
- в) документально-техническое.

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

- а) комплексные;
- б) универсальные;
- в) специализированные.

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

- а) специализированные;
- б) комплексные;
- в) универсальные.

6 Что такое фактор?

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

7 Что понимают под воспроизводимостью опытов?

- способность повторить опыт
- однородность дисперсий
- равенство математических ожиданий

8 По какому критерию оценивают значимость коэффициентов уравнения в ПФЭ?

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

9 Что задают матрицей планирования?

- воспроизводимость опытов (+)
- значимость коэффициентов уравнения
- адекватность модели

10 По какому критерию проверяют математическую модель на адекватность?

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

### **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
- 8

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?

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

4. 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 состояния 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  $\alpha$
- 2) Данные эксперимента
- 3) Математическую модель
- 4) оценки коэффициентов регрессии  $\beta$

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

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

5. 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

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 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

### **7.2.5 Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

Зачет с оценкой проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов, 10 стандартных задач и 10 прикладных задач. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом. Максимальное количество набранных баллов – 30.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 16 баллов.
2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 16 до 20 баллов.
3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 21 до 25 баллов.
4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 26 до 30 баллов.

## 7.2.6 Паспорт оценочных материалов

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

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

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

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

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

Защита курсовой работы 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**

а) основная литература:

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. Левицкий, А. А. Проектирование микросистем. Программные средства обеспечения САПР: учебное пособие [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. А. Левицкий, П. С. Маринушкин. — Электрон. дан. — Красноярск : СФУ, 2010. — 156 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/6046>.



3. Советов Б.Я. Информационные технологии. М.: Высшая школа., 2008.
4. Самойленко Н.Э. Математическое обеспечение автоматизации проектирования. Учеб. пособие Воронеж ВГТУ, 2012.
5. Петров А.В. Математическое моделирование систем СПб : ЭБС Лань, 2015.
6. Самойленко Н.Э.,Чепелев М.А. Основы САПР. Учебно-методический комплекс Учеб. пособие Воронеж ВГТУ, 2008.
7. Самойленко Н.Э. Методы факторного анализа в задачах проектирования конструкций РЭС Учеб. пособие Воронеж ВГТУ, 2008.
8. Самойленко Н.Э. Методические указания по выполнению курсовой работы, 2014.
9. Самойленко Н.Э. Методические указания по выполнению практических занятий, 2015.

б) дополнительная литература:

10. Муромцев, Д.Ю. Математическое обеспечение САПР [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Д.Ю. Муромцев, И.В. Тюрин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 464 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42192>.
11. 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>.
12. Латышев, П.Н. Каталог САПР. Программы и производители. 2014-2015 [Электронный ресурс] : кат. — Электрон. дан. — Москва : СОЛОН-Пресс, 2014. — 694 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/92986>.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем MS Office, Adobe Acrobat Reader DC, САПР Altium Designer 15, Windows 7, Microsoft Word, Microsoft Excel, Internet Explorer, программы на ЭВМ: «лабораторная работа №1»; «лабораторная работа №2»; «лабораторная работа №3»; «лабораторная работа №4»; dist.sernam.ru, Wikipedia, <http://eios.vorstu.ru>, Mathnet.ru, t-library.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, учебная лаборатория информационных технологий и САПР, оснащенная персональными компьютерами с выходом в интернет, ауд. 225/3.

Набор демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, видеопроектор с экраном в ауд. 225/3.

Комната для самостоятельной работы, оснащенная персональным компьютером с выходом в интернет и обеспеченная доступом в электронную информационно-образовательную среду <http://eios.vorstu.ru>

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

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 усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие:

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

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

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

Степень усвоения материала проверяется следующими видами контроля:

- текущий (опрос, контрольные работы, типовые расчеты);
- рубежный (коллоквиум);
- промежуточный (курсовая работа, зачет, зачет с оценкой, экзамен).

Коллоквиум – форма итоговой проверки знаний студентов по определенным темам.

Экзамен – форма итоговой проверки знаний студентов.

Для успешной сдачи экзамена необходимо выполнить следующие рекомендации – готовиться к экзамену следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до экзамена. Данные перед экзаменом три-четыре дня эффективнее всего использовать для повторения.

| 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. |
| 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 экзамену | При подготовке к зачету и экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

## АННОТАЦИЯ

к рабочей программе дисциплины  
«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 / 4г 11 мес

**Форма обучения** Очная / Заочная

**Год начала подготовки** 2020 г.

**Цель 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.

**Задачи изучения 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

### **Перечень формируемых 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.

**Общая трудоемкость дисциплины ЗЕТ:** 5 з.е.

**Форма итогового контроля по дисциплине:** экзамен  
(зачет, зачет с оценкой, экзамен)