



Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
Московской области

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Проректор по учебно-методической работе

**Н.В. Бабина**

2019 г.



*ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**ДИСЦИПЛИНЫ**

**«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Радиоэлектронная борьба

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная


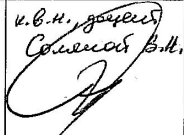
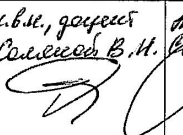
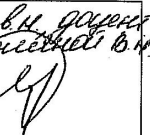
Королев  
2019

**Автор: к.в.н., доцент Соляной В.Н. Рабочая программа дисциплины «Системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры» . – Королев МО: «Технологический университет», 2019.**

Рецензент: к.в.н., доцент Сухотерин А.И.


Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки специалистов 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы» и Учебного плана, утвержденного Ученым советом Университета. Протокол № 7 от 26.03.2019 года.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры:**

Заведующий кафедрой (ФИО, ученая степень, звание, подпись)	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 	к.в.н., доцент Соляной В.Н. 
Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021	2022
Номер и дата протокола заседания кафедры	№ 8 от 18.03.19	№ 10 от 12.05.20	№ 12 от 11.06.21	№ 12 от 20.06.22

**Рабочая программа согласована:**

**Руководитель ОПОП ВО**



к.в.н., доцент Соляной В.Н.

**Рабочая программа рекомендована на заседании УМС:**

Год утверждения (переутверждения)	2019	2020	2021	2022		
Номер и дата протокола заседания УМС	№ 6 от 26.03.19	№ 9 от 29.06.20	№ 7 от 15.06.21	№ 5 от 21.06.22		

## **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

**Целью дисциплины** является изучить современные системы и методы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры, обеспечивающей функционирование в соответствии с требованиями надежности, устойчивости к воздействию окружающей среды, электромагнитной совместимости и технологичности.

В процессе обучения студент приобретает и совершенствует следующие компетенции.

### **Профессиональные компетенции:**

ПК-1. Разработка научно-технических проектов, проектирование и сопровождение РТС и РЭС изделий ракетно-космической техники

ПК-2. Эксплуатация радиоэлектронных систем

Основными задачами дисциплины являются:

- изучить современные системы и методы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры;
- получить знания и навыки проектирования и технологии производства радиоэлектронной аппаратуры.

После завершения освоения данной дисциплины студент должен:

### **Знать:**

- ИД-1.1 ПК-1. Руководящие, методические и нормативные технические документы по выпуску технической документации.
- ИД-1.2 ПК-1. Порядок работы с персональной вычислительной техникой, файловой системой, форматы представления электронной графической и текстовой информации.
- ИД-1.1 ПК-2. Виды и содержание эксплуатационных документов.
- ИД-1.2 ПК-2. Передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования.

### **Уметь:**

- ИД-2.1.ПК-1. Уметь разрабатывать материалы проектной конструкторской документации на РТС и РЭС.
- ИД-2.2. ПК-1.Использовать программные приложения для поиска, обработки и анализа патентной и научно-технической информации, для работы в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», локальной сети.

- ИД-2.1. ПК-2. Уметь организовывать рабочие места персонала, обслуживающего радиоэлектронные системы.
- ИД-2.2. ПК-2. Уметь работать с эксплуатационной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.

**Владеть:**

- ИД-3.1. ПК-1. Владеть навыками по организации совместной работы по проектированию РТС и РЭС со смежными подразделениями.
- ИД-3.2. ПК-1. Разработка плана мероприятий или работы с организациями-исполнителями (соисполнителями) НИР.
- ИД-3.1. ПК-2. Владеть организацией и осуществлением мероприятий по контролю соблюдения эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.
- ИД-3.2. ПК-2. Подготовка предложений по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем.

## **2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО**

Дисциплина «Системы автоматизированного проектирования РЭА» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, рабочего учебного плана основной образовательной программы подготовки студентов по специальности 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы (уровень специалитета).

Изучение данной дисциплины базируется на изученной ранее дисциплине «Информатика», и компетенциях: ОПК-1,5,6.

Знания и компетенции, полученные при освоении дисциплины, являются базовыми при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины для студентов очной формы составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

**Таблица 1**

<b>Виды занятий</b>	<b>Всего часов</b>	<b>Семестр 8</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Аудиторные занятия</b>	<b>48</b>	<b>48</b>
Лекции (Л)	<b>16</b>	<b>16</b>
Практические занятия (ПЗ)	<b>32</b>	<b>32</b>
Лабораторные работы (ЛР)	-	-
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>60</b>	<b>60</b>
Курсовые работы (проекты)	-	-
Расчетно-графические работы	-	-
Контрольная работа, домашнее задание	+	+
Текущий контроль знаний	Тест	Тест
Вид итогового контроля	Зачет с оценкой	Зачет с оценкой

**4. Содержание дисциплины**  
**4.1. Темы дисциплины и виды занятий**

**Таблица 2**

Наименование тем	Лекции, час. Очное	Практиче ские занятия, час. Очное	Лаборат орные работы, час. Очное	Занятия в интерактив ной форме, час. Очное	Код компетенций
<b>Раздел I. Теоретические основы автоматизированного проектирования РЭА</b>					
<b>Тема 1.</b> Общие сведения и техническое обеспечение САПР РЭА	2	4	-	1	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 2.</b> Лингвистическое и программное обеспечение САПР РЭА	2	4	-	1	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 3.</b> Математическое моделирование радиоэлектронных устройств	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 4.</b> Математическое моделирование радиосистем	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Раздел II. Практические аспекты автоматизированного проектирования РЭА</b>					
<b>Тема 5.</b> Проектирование РЭА на основе решения задач линейного и нелинейного программирования	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 6.</b> Численные методы и машинная графика в САПР РЭА	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 7.</b> Математическое моделирование конструкций РЭА	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Тема 8.</b> Пакеты программ автоматизации проектирования РЭА	2	4	-	2	ПК-1 ПК-2
<b>Итого:</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>-</b>	<b>14</b>	

## 4.2. Содержание тем дисциплины

**Тема 1. Общие сведения и техническое обеспечение САПР РЭА.** Описания радиоэлектронных средств. Сущность и этапы проектирования РЭС. Применение ЭВМ для автоматизации проектирования. Состав и принципы построения САПР. Состав, организация и режимы работы технических средств САПР. Высокопроизводительные технические средства САПР и их комплексирование. Периферийное оборудование САПР.

**Тема 2. Лингвистическое и программное обеспечение САПР РЭА.** Классификация и особенности языков программирования и проектирования. Системное программное обеспечение САПР РЭС. Прикладное программное обеспечение САПР РЭС.

**Тема 3. Математическое моделирование радиоэлектронных устройств.** Общие сведения о математических моделях РЭС. Примеры моделей дискретных элементов радиоэлектроники. Электрические модели интегральных схем. Топологические основы автоматизированного формирования уравнений математической модели РЭС. Математические модели РЭС во временной области. Математические модели РЭС в частотной области. Математическое моделирование цифровых устройств.

**Тема 4. Математическое моделирование радиосистем.** Введение в моделирование сложных технических систем. Модели потенциальной предельной достижимости. Агрегативные имитационные модели радиосистем. Дискретные имитационные модели радиосистем. Функциональные модели радиосистем.

**Тема 5. Проектирование РЭА на основе решения задач линейного и нелинейного программирования.** Примеры сведения задачи оптимального проектирования РЭА к задаче линейного программирования. Симплекс-метод и основные утверждения линейного программирования. Модифицированный симплекс-метод. Методы решения целочисленной задачи линейного программирования. Сведение задачи проектирования РЭА к задаче нелинейного программирования. Методы одномерного поиска оптимального решения. Градиентные методы оптимизация решения. Статистические методы оптимизации.

**Тема 6. Численные методы и машинная графика в САПР РЭА.** Аппроксимация и интерполяция табличных данных. Методы численного дифференцирования. Методы численного интегрирования. Основные понятия машинной графики. Математические основы машинной графики. Программные средства машинной графики.

**Тема 7. Математическое моделирование конструкций РЭА.** Общая характеристика задачи автоматизации конструкторского проектирования РЭА. Математические модели монтажно-коммутационного пространства. Математические модели конструкций РЭА.

**Тема 8. Пакеты программ автоматизации проектирования РЭА.** Пакеты программ для схемотехнического проектирования РЭА. Программы конструкторского проектирования РЭА. Программы конструкторского



проектирования РЭА. Программные системы для электродинамического моделирования.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине**

«Методические указания для самостоятельной работы обучающихся по освоению дисциплины» представлены в Приложении 2.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Структура фонда оценочных средств приведена в Приложении 1.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **Основная литература:**

1. Автоматизация проектирования радиоэлектронных средств. Учеб. Пособие для вузов/О.В. Алексеев, А.А. Головков, И.Ю. Пивоваров и др.; Под ред. О.В. Алексеева. – М.: Высш. Шк., 2000. – 479 с., ил.
2. Ламанов А.И. Основы конструирования и технологии производства радиоэлектронных систем. Ч. 2. Взаимозаменяемость. Допуски и посадки : учеб. пособие по курсу «Основы конструирования и технология производства радиоэлектронных систем» / Ламанов А.И. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 52: - ISBN 978-5-7038-3150-2. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/287546>.
3. Малышев К.В. Нанотехнологические процессы самоорганизации наноструктур и наносборки радиоэлектронных систем : учеб. пособие / Малышев К.В. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. - 54 : - ISBN 978-5-7038-3265-3. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные : электронные. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/287508>.
4. Колосовский Е.А. Устройства приема и обработки сигналов: учеб. пособие / Колосовский Е. А. - 2-е изд., стер. - М.: Горячая линия – Телеком, 2012. - 457: - ISBN 978-5-9912-0265-7. - Электронная программа (визуальная). Электронные данные: электронные. URL: <https://lib.rucont.ru/efd/202829>.

### **Дополнительная литература:**

1. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. – М.: Высшая школа, 1986.

2. Системы автоматизированного проектирования. В 9-ти кн./Под ред. И.П. Норенкова. – М.: Высшая школа, 1986.
3. Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике: Справочник/Е.В. Авдеев, А.Т. Еремин, И.П. Норенков, М.И. Песков; Под ред. И.П. Норенкова. – М.: Радио и связь, 1986.
4. Корячко В.П., Курейчик В.М., Норенков И.П. Теоретические основы САПР. – М.: Энергоиздат, 1987.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

### **Интернет-ресурсы:**

1. <http://eup.ru> – научно - образовательный портал.
2. <http://znanium.com> – образовательный портал
3. <http://www.academy.it> – академия АЙТИ

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины приведены в Приложении 2 к настоящей рабочей программе.

## **10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

**Перечень программного обеспечения:** MSOffice, PowerPoint.

### **Информационные справочные системы:**

1. Ресурсы информационно-образовательной среды;
2. Рабочая программа и методическая обеспечение по дисциплине: «Системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры».

### **Ресурсы информационно-образовательной среды МГОТУ:**

Рабочая программа и методическое обеспечение по курсу «Системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры».

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

### **Лекционные занятия:**

- аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран);
- комплект электронных презентаций / слайдов.

### **Практические занятия:**

- компьютерный класс с проектором для интерактивного обучения и проведения лекции в форме слайд-презентации, оборудованный современными лицензионными программно-техническими средствами: операционная система не ниже Windows 7, офисные программы MSOffice;
- рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в глобальную сеть Интернет ;
- рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в глобальную сеть Интернет.

*ИНСТИТУТ ТЕХНИКИ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ТЕХНОЛОГИЙ*

**КАФЕДРА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ**

**«СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ  
РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ»**

**Специальность:** 11.05.01 Радиоэлектронные системы и комплексы

**Специализация:** Радиоэлектронная борьба

**Уровень высшего образования:** специалитет

**Квалификация (степень) выпускника:** инженер

**Форма обучения:** очная

Королев  
2019

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или ее части)*	Раздел дисциплины, обеспечивающий формирование компетенции (или ее части)	В результате изучения раздела дисциплины, обеспечивающего формирование компетенции (или ее части), обучающийся должен:		
				знать	уметь	владеть
1	<b>ПК-1</b>	Разработка научно-технических проектов, проектирование и сопровождение РТС и РЭС изделий ракетно-космической техники	Тема 1-8	<p>ИД-1.1 ПК-1. Руководящие, методические и нормативные технические документы по выпуску технической документации.</p> <p>ИД-1.2 ПК-1. Порядок работы с персональной вычислительной техникой, файловой системой, форматы представления электронной графической и текстовой информации.</p>	<p>ИД-2.1. ПК-1. Уметь разрабатывать материалы проектной конструктивной документации на РТС и РЭС.</p> <p>ИД-2.2. ПК-1. Использовать программные приложения для поиска, обработки и анализа патентной и научно-технической информации, для работы в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», локальной сети.</p>	<p>ИД-3.1. ПК-1. Владеть навыками по организации совместной работы по проектированию РТС и РЭС со смежными подразделениями.</p> <p>ИД-3.2. ПК-1. Разработка плана мероприятий или работы с организациями исполнителями (соисполнителями) НИР.</p>

2	<b>ПК-2</b>	Эксплуатация радиоэлектронных систем	Тема 1-8	<p>ИД-1.1 ПК-2. Виды и содержание эксплуатационных документов.</p> <p>ИД-1.2 ПК-2. Передовой отечественный и зарубежный опыт эксплуатации и технического обслуживания электронного оборудования</p>	<p>ИД-2.1. ПК-2. Уметь организовать рабочие места персонала, обслуживающего радиоэлектронные системы.</p> <p>ИД-2.2. ПК-2. Уметь работать с электронной документацией по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.</p>	<p>ИД-3.1. ПК-2. Владеть организацией и осуществлением мероприятий по контролю соблюдения эксплуатационной документации по техническому обслуживанию радиоэлектронных систем.</p> <p>ИД-3.2. ПК-2. Подготовка предложений по улучшению конструкции, эксплуатации, повышению надежности функционирования радиоэлектронных систем.</p>
---	-------------	--------------------------------------	----------	---	---	--

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код компетенции	Инструменты, оценивающие сформированность компетенции	Показатель оценивания компетенции	Критерии оценки
ПК-1,2	Тест	<p>А) полностью сформирована (компетенция освоена на высоком уровне) – 90% правильных ответов</p> <p>Б) частично сформирована:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• компетенция освоена на продвинутом уровне – 70% правильных ответов;</li> <li>• компетенция освоена на базовом уровне – от 51% правильных ответов;</li> </ul> <p>В) не сформирована (компетенция не сформирована) – менее 50% правильных ответов</p>	<p>Проводится письменно или с применением электронной информационно-образовательной среды.</p> <p>Время, отведенное на процедуру – 30 минут.</p> <p>Неявка – 0 баллов.</p> <p>Критерии оценки определяются процентным соотношением.</p> <p>Неудовлетворительно – менее 50% правильных ответов.</p> <p>Удовлетворительно – от 51% правильных ответов.</p> <p>Хорошо – от 70%.</p> <p>Отлично – от 90%.</p> <p>Максимальная оценка - 5 баллов.</p>

### 3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

#### Вопросы, выносимые на тестирование

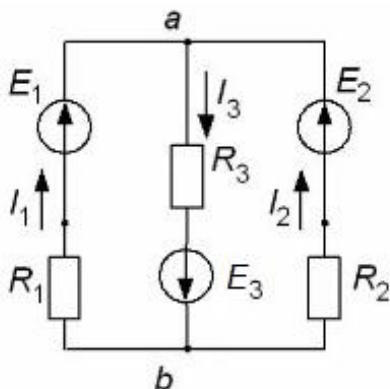
**Вопросы закрытого типа**

**1. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): САПР – это?**

1. – автоматизированная система управления производством;
2. – автоматизированная система управления предприятием;
3. – автоматизированная система управления технологическим оборудованием;
4. – организационно-техническая система, взаимосвязанная с подразделениями проектной организации;

**Правильный ответ: 4.**

**2. Определить напряжение между узлами «а» и «b» методом узловых потенциалов (МУП)**



- Исходные данные:
- $E_1 = 70 \text{ В}$ ;
  - $E_2 = 80 \text{ В}$ ;
  - $E_3 = 50 \text{ В}$ ;
  - $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Порядок определения напряжения между узлами «а» и «b» методом узловых потенциалов (МУП)



$$U_{ab} = \frac{E_1 \frac{1}{R_1} - E_3 \frac{1}{R_3} + E_2 \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_2}}$$

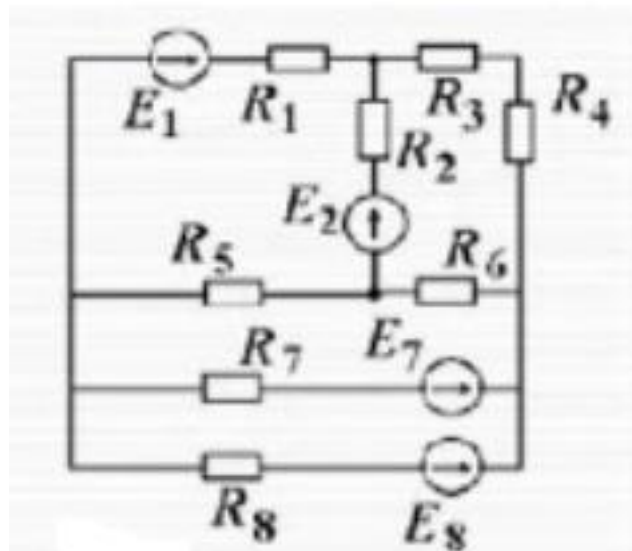
$$U_{ab} = 33,33 \text{ В}$$

**3. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа):  
Лингвистическое обеспечение САПР – это?**

1. – совокупность технических средств, используемых в проектировании;
2. – проблемно-ориентированные языки, предназначенные для описания процедур автоматизированного проектирования;
3. – комплекс регламентирующих документов, касающихся организационной структуры подразделений, эксплуатирующих САПР;
4. – набор документов, регламентирующих эксплуатацию САПР;

**Правильный ответ: 2.**

**4. Рассчитать силу тока всех ветвей схемы методом контурных токов (МКТ).**



Исходные данные: – E1 = 30; – R3 = 24;  
 – E3, E4, E5, E6 = 0; – R4 = 13;  
 – E2 = 24; – R5 = 33;

$$- E7 = 16;$$

$$- E8 = 11;$$

$$- R1 = 16;$$

$$- R2 = 31;$$

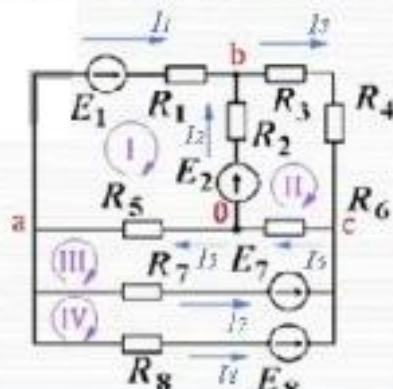
$$- R6 = 40;$$

$$- R7 = 16;$$

$$- R8 = 11;$$

**Правильный ответ:** Порядок определения токов во всех ветвях схемы методом контурных токов (МКТ)

1. Размечаем произвольно выбранные направления токов, контуры обходов, узлы схемы



2. Составим матричное уравнение контурных токов.  $(Z)(I)=(U)$ , где

$(Z)$  — матрица контурных сопротивлений;  
 $(I)$  — матрица неизвестных контурных токов;  
 $(U)$  — матрица ЭДС контуров

А) Матрица сопротивлений в общем виде

$$(Z) = \begin{pmatrix} R_1 + R_2 + R_5 & -R_2 & -R_5 & 0 \\ R_2 & R_2 + R_3 + R_4 + R_5 & -R_4 & 0 \\ R_5 & -R_4 & R_4 + R_6 + R_7 & -R_7 \\ 0 & 0 & -R_7 & R_7 + R_8 \end{pmatrix}$$

Б) То же, после подстановки значений

$$(Z) = \begin{pmatrix} 16 + 31 + 33 & -31 & -33 & 0 \\ -31 & 31 + 24 + 13 + 40 & -40 & 0 \\ R_5 & 40 & 33 + 60 + 22 & 22 \\ 0 & 0 & -22 & 22 + 7 \end{pmatrix}$$

В) После арифметических преобразований

$$(Z) = \begin{pmatrix} 60 & -31 & -33 & 0 \\ -31 & 108 & -40 & 0 \\ -33 & -40 & 95 & -22 \\ 0 & 0 & 22 & 29 \end{pmatrix}$$

Г) Вектор – столбец контурных токов

$$(I) = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \\ I_4 \end{pmatrix}$$

Д) Вектор – столбец свободных членов

$$(U) = \begin{pmatrix} E_1 - E_2 \\ E_2 \\ E_7 \\ E_4 - E_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30 - 24 \\ 24 \\ -16 \\ 16 - 11 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 24 \\ -16 \\ 5 \end{pmatrix}$$

Е) Решение матричного уравнения

$$(I) = (Z)^{-1}(U) = \begin{pmatrix} 60 & -31 & -33 & 0 \\ -31 & 108 & -40 & 0 \\ -33 & -40 & 95 & -22 \\ 0 & 0 & 22 & 29 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} 6 \\ 24 \\ -16 \\ 5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,265 \\ 0,347 \\ 0,133 \\ 0,273 \end{pmatrix}$$

3. Определив все контурные токи,

выразим через них токи в ветвях:

$$I_1 = I_1 = 0,265 \text{ A};$$

$$I_2 = I_1 - I_2 = 0,347 - 0,265 = 0,082 \text{ A};$$

$$I_3 = I_3 = 0,347 \text{ A};$$

$$I_4 = I_1 - I_4 = 0,265 - 0,133 = 0,132 \text{ A};$$

$$I_5 = I_5 - I_5 = 0,347 - 0,133 = 0,214 \text{ A};$$

$$I_6 = I_6 - I_6 = 0,273 - 0,133 = 0,140 \text{ A};$$

Ж) Результат вычислений

$$I_1 = 0,265 \text{ A};$$

$$I_2 = 0,082 \text{ A};$$

$$I_3 = 0,347 \text{ A};$$

$$I_4 = 0,132 \text{ A};$$

$$I_5 = 0,214 \text{ A};$$

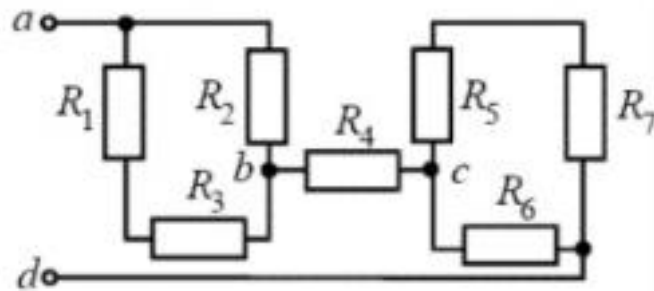
$$I_6 = 0,140 \text{ A};$$

5. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): В каких единицах измеряется реактивная мощность?

1. – Ватт;
2. – Вар;
3. – Джоуль;
4. – Кулон;

Правильный ответ: 2.

6. Определить эквивалентное сопротивление в цепи.



- Исходные данные:
- $R_1 = 7 \text{ Ом};$
  - $R_2 = 10 \text{ Ом};$
  - $R_3 = 3 \text{ Ом};$
  - $R_4 = 5 \text{ Ом};$
  - $R_5 = 2 \text{ Ом};$
  - $R_6 = 8 \text{ Ом};$
  - $R_7 = 6 \text{ Ом};$

Правильный ответ: Порядок определения эквивалентного сопротивления в цепи и результат расчёта.

$$R_{12} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad R_{12} = 4,12$$

$$R_{ab} = R_3 + R_{12} \quad R_{ab} = 7,12$$

$$R_{57} = \frac{R_5 R_7}{R_5 + R_7} \quad R_{57} = 1,5$$

$$R_{dc} = R_6 + R_{57} \quad R_{dc} = 9,5$$

$$R_{\text{экв}} = R_{ab} + R_4 + R_{dc} \quad R_{\text{экв}} = 21,62$$

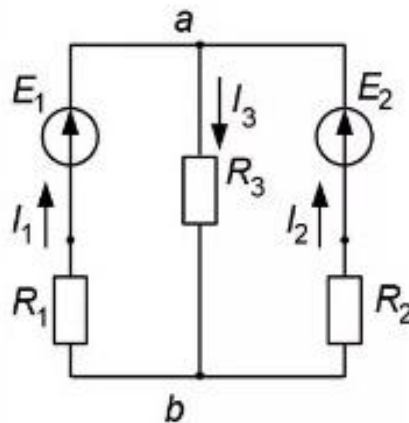
7. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): Снижение

себестоимости проектирования обеспечивается за счёт?

1. – создания специализированных рабочих мест;
2. – параллельного проектирования, создания виртуальных конструкторских бюро;
3. – автоматизации принятия решений, информационной поддержки принимаемых решений, автоматизации оформления документов;
4. – вариантное проектирование и оптимизация, унификация проектных решений;

**Правильный ответ: 1.**

**8. Рассчитать силу тока во всех цепях и узлах, используя законы Кирхгофа**



Исходные данные: –  $E_1 = 70 \text{ В}$ ;  
–  $E_2 = 80 \text{ В}$ ;  
–  $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Порядок определения токов во всех ветвях и узлах схемы методом применения законов Кирхгофа (МЗК)

*Решение:*

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0, & (\text{для узла } \underline{a}); \\ I_1 R_1 + I_3 R_3 = E_1, & (\text{для } I\text{-го контура}); \\ I_2 R_2 + I_3 R_3 = E_2, & (\text{для } II\text{-го контура}). \end{cases}$$

$$\begin{cases} I_1 + I_2 - I_3 = 0, \\ 10I_1 + 10I_3 = 70, \\ 10I_2 + 10I_3 = 80. \end{cases} \quad \begin{cases} I_1 = 2 \text{ А}, \\ I_2 = 3 \text{ А}, \\ I_3 = 5 \text{ А}. \end{cases}$$

Проверка: по первому закону Кирхгофа:  $2+3-5=0$ .

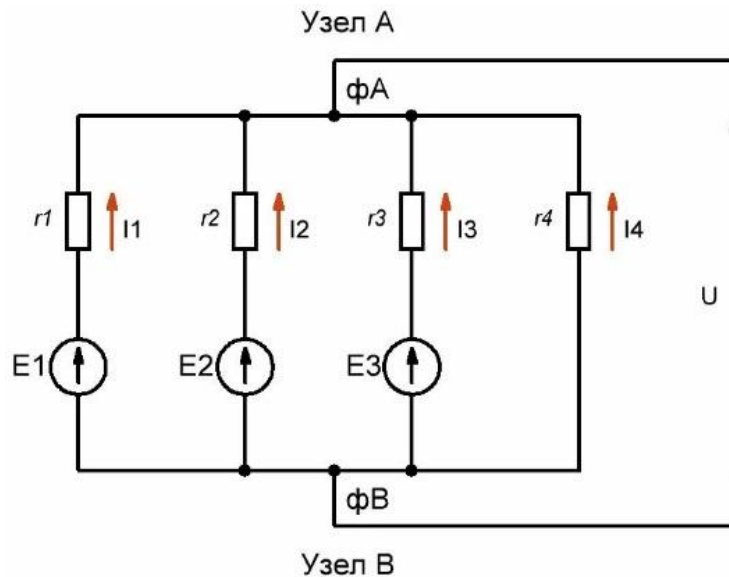
**9. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): Что характеризует группа признаков качества САПР как объекта**

эксплуатации?

1. – учитывает качество выполнения отдельной функциональной задачи;
2. – характеризует приспособленность системы к изменениям;
3. – характеризует способность системы к одновременному выполнению всего множества функциональных задач;
4. – отражает свойства САПР с позиции различных составляющих общего процесса эксплуатации;

**Правильный ответ: 4.**

**10. Определить напряжение между узлами «фА» и «фВ» методом узловых потенциалов (МУП)**



- Исходные данные:
- $E1 = 3 \text{ В}$ ;
  - $E2 = 12 \text{ В}$ ;
  - $E3 = 24 \text{ В}$ ;
  - $R1 = 2 \text{ Ом}$ ;
  - $R2 = 10 \text{ Ом}$ ;
  - $R3 = 6 \text{ Ом}$ ;
  - $R4 = 8 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Порядок определения напряжения между узлами «фА» и «фВ» методом узловых потенциалов (МУП)

$$U_{AB} = \frac{E_1 \frac{1}{R_1} + E_2 \frac{1}{R_2} + E_3 \frac{1}{R_3 + R_4}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4}}$$

$$U_{AB} = 6,578 \text{ В}$$

### Вопросы открытого типа

**1. Ответить на вопрос: Какие операции проводятся с компонентами САПР на стадии рабочего проектирования?**

**Правильный ответ:** изготовление, наладка и испытание несерийных компонентов САПР.

**2. Ответить на вопрос: Как обозначается начало обмотки катушки индуктивности на проектируемых схемах?**

**Правильный ответ:** обозначается точкой.

**3. Ответить на вопрос: Что значит процессное представление системы?**

**Правильный ответ:** это понимание системы как совокупности взаимосвязанных процессов, проходящих по мере своего течения через ряд состояний с отделением друг от друга этапов движения этой системы.

**4. Ответить на вопрос: Как будет вести себя суммарная ёмкость конденсаторов при их последовательном соединении?**

**Правильный ответ:** будет уменьшаться.

**5. Ответить на вопрос: В чём суть принципа развития при использовании САПР?**

**Правильный ответ:** обеспечивает пополнение, совершенствование и обновление составных частей проектируемой системы.

**6. Ответить на вопрос: Каким образом подключается катушка напряжения однофазного электрического счётчика по отношению к нагрузке?**

**Правильный ответ:** подключается параллельно нагрузке.

**7. Ответить на вопрос: Какова последовательность контрольных**

## **мероприятий при сборочных операциях РЭА?**

**Правильный ответ:** сначала производится визуальный контроль, затем электрическое тестирование и наконец повторный контроль.

### **8. Ответить на вопрос: Как осуществляется проверка импульсного трансформатора на наличие межвитковых замыканий?**

**Правильный ответ:** следует подобрать и установить необходимый конденсатор, определить выходной сигнал обмоток, подключив осциллограф к одной из вторичных обмоток, проконтролировать качество выходного сигнала, а затем таким же образом проверить исправность других обмоток.

### **9. Ответить на вопрос: Как подразделяют системотехническое проектирование РЭА и какова его цель?**

**Правильный ответ:** подразделяется на системное и структурное проектирование, а целью является определение принципов построения и выбор структуры радиоэлектронной системы.

### **10. Ответить на вопрос: Какой буквой обычно обозначают количество теплоты на радиоэлектронных схемах?**

**Правильный ответ:** обозначают буквой “Q”.

**ПК-2: Эксплуатация радиоэлектронных систем;**

### **Вопросы закрытого типа**

#### **1. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): В каких типах данных негеометрического характера требуют представлять информацию САЕ - системы?**

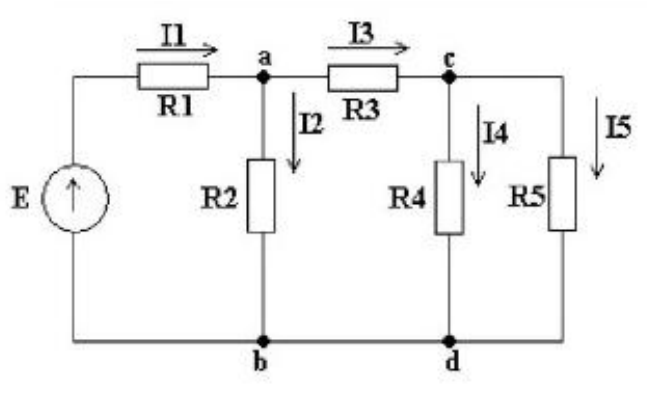
1. – в описании свойств каждой поверхности детали;
2. – в таблицах данных инструментов и приспособлений;
3. – в таблицах физико-механических свойств материалов;
4. – в таблицах размеров нормализованных деталей и сборочных единиц, включая возможность создания собственных библиотек



элементов конструкции;

**Правильный ответ: 3.**

**2. Рассчитать токи во всех ветвях и напряжение между узлами «а» и «в» методом эквивалентных преобразований (МЭП)**



- Исходные данные:
- $E_1 = 200 \text{ В}$ ;
  - $R_1 = 30 \text{ Ом}$ ;
  - $R_2 = 20 \text{ Ом}$ ;
  - $R_3 = 15 \text{ Ом}$ ;
  - $R_4 = 5 \text{ Ом}$ ;
  - $R_5 = 2 \text{ Ом}$ .

**Правильный ответ:** Порядок определения токов во всех ветвях и напряжения между узлами «а» и «в» методом эквивалентных преобразований (МЭП)

$$\begin{aligned} R_{45} &= \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5} & R_{45} &= 1,43 \text{ Ом} \\ R_{ad} &= R_3 + R_{45} & R_{ad} &= 16,43 \text{ Ом} \\ R_{ab} &= \frac{R_2 (R_3 + R_{45})}{R_2 + R_3 + R_{45}} & R_{ab} &= 6,39 \text{ Ом} \\ R_{\text{экв}} &= R_1 + R_{ab} & R_{\text{экв}} &= 36,39 \text{ Ом} \\ U_{ab} &= R_{ab} I_1 & U_{ab} &= 35,145 \text{ В} \end{aligned}$$
$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_{\text{экв}}} \quad I_2 = \frac{U_{ab}}{R_2} \quad I_3 = \frac{U_{ab}}{R_3 + R_{45}} \quad I_4 = I_3 \frac{R_5}{R_4 + R_5} \quad I_5 = I_3 \frac{R_4}{R_4 + R_5}$$
$$I_1 = 5,5 \text{ А} \quad I_2 = 1,76 \text{ А} \quad I_3 = 2,14 \text{ А} \quad I_4 = 0,61 \text{ А} \quad I_5 = 1,53 \text{ А}$$

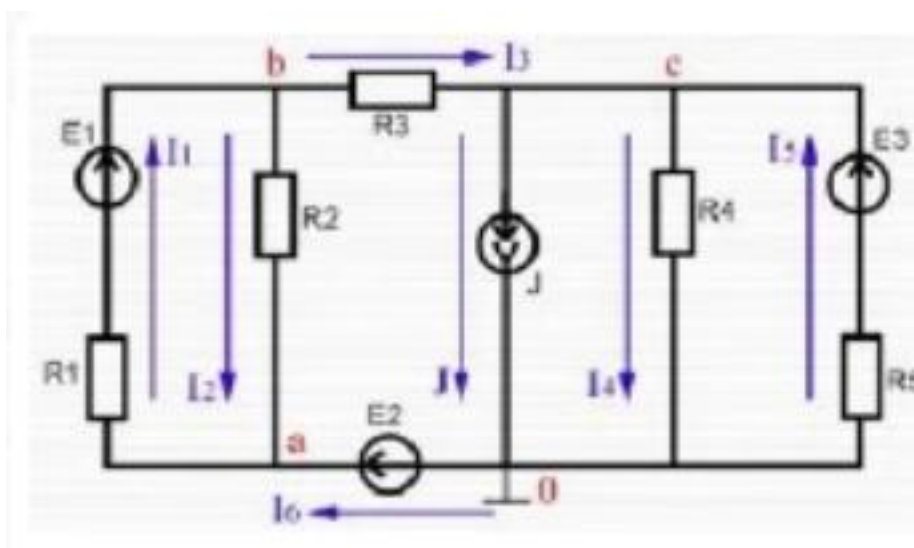
**3. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): На какой стадии проектирования разрабатываются приложения для решения функциональных и технологических задач САПР и оформление всей**

документации?

1. – на стадии ввода в эксплуатацию;
2. – на стадии создания нестандартных компонентов;
3. – на стадии технического проекта;
4. – на стадии рабочего проектирования;

**Правильный ответ: 4.**

**4. Рассчитать силу тока на резисторе R2, используя метод эквивалентного генератора (МЭГ).**



- Исходные данные:
- $E1 = 20 \text{ В}$ ;
  - $E2 = 30 \text{ В}$ ;
  - $E3 = 60 \text{ В}$ ;
  - $R1 = 12 \text{ Ом}$ ;
  - $R2 = 16 \text{ Ом}$ ;
  - $R3 = 9 \text{ Ом}$ ;
  - $R4 = 5 \text{ Ом}$ ;
  - $R5 = 10 \text{ Ом}$ ;
  - $J = 2.5 \text{ А}$

**Правильный ответ:** Порядок определения тока на резисторе R2, используя метод эквивалентного генератора (МЭГ).

Исключаем из цепи ветвь с сопротивлением  $R_2$ .  
Ищем сопротивление генератора и напряжение холостого хода.

Для нахождения  $R_r$  (входного сопротивления ветви с  $R_2$ ) исключим все источники

$$R_r = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3 + \frac{R_4 R_5}{R_4 + R_5}}} = \frac{1}{\frac{1}{12} + \frac{1}{9 + \frac{5 \cdot 10}{5 + 10}}} = 6,08 \text{ Ом}$$

← Находим внутренне сопротивление генератора

$$U_a = \frac{\frac{E_1 + E_2}{R_1 + R_3} + \frac{E_3}{R_5} - J}{\frac{1}{R_1 + R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5}} = \frac{\frac{20 + 30}{12 + 9} + \frac{60}{10} - 2,5}{\frac{1}{12 + 9} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}} = 16,9 \text{ В}$$

← Находим потенциал  $\phi_A$  (левый вывод  $R_2$ ) методом двух узлов

Находим напряжение холостого хода  $U_{\text{хх}}$ , равное  $\phi_A - U_{R3} - E_2$ :

$$U_{\text{хх}} = U_a - \frac{U_a - (E_1 + E_2)}{R_1 + R_3} R_3 - E_2 = 16,9 - \frac{16,9 - (9 + 13)}{12 + 9} \cdot 9 - 13 = 1,71 \text{ В}$$

$$I_{\text{к}} = I_2 = \frac{U_{\text{хх}}}{R_2 + R_r} = \frac{1,71}{16 + 6,08} = 0,077 \text{ А}$$

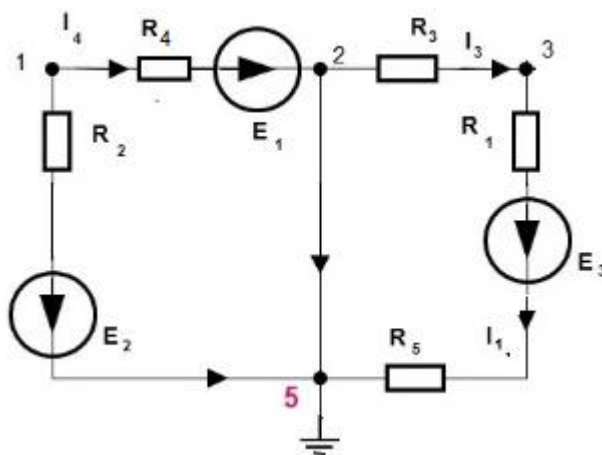
← Находим искомый ток

5. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): Каким способом осуществляется соединение жил проводов и кабелей?

1. – заземление;
2. – опрессовка;
3. – склеивание;
4. – сварка;

Правильный ответ: 2.

6. Определить напряжение между узлами «2» и «5» методом узловых потенциалов (МУП)



Исходные данные: –  $E_1 = 12 \text{ В}$ ;

- $E_2 = E_3 = 24 \text{ В}$ ;
- $R_1 = R_2 = 3 \text{ Ом}$ ;
- $R_4 = 25 \text{ Ом}$ ;
- $R_3 = R_5 = 15 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Порядок определения напряжения между узлами «2» и «5» методом узловых потенциалов (МУП)

$$U_{25} = \frac{E_1 \frac{1}{R_3 + R_4} - E_2 \frac{1}{R_2} + E_3 \frac{1}{R_1 + R_5}}{\frac{1}{R_3 + R_4} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1 + R_5}}$$

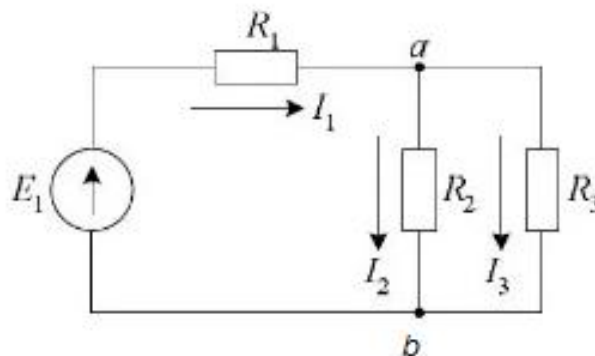
$$U_{25} = -15,5 \text{ В}$$

**7. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): Комплексные САПР – это?**

1. – системы, ориентированные на приложения, где основной процедурой проектирования является функция конструирования;
2. – системы, ориентированные на приложения, к которых при сравнительно несложных математических расчётах перерабатываются большие объёмы данных;
3. – комплексы, состоящие из совокупности различных подсистем;
4. – это автономно используемые программно-методические комплексы;

**Правильный ответ: 3.**

**8. Составить и рассчитать баланс мощностей на основании закона сохранения энергии в электрической цепи.**



- Исходные данные: –  $E_1 = 41 \text{ В}$ ;  
–  $I_1 = 4 \text{ А}$ ;

- $I_2 = 2 \text{ A}$ ;
- $I_3 = 6 \text{ A}$ ;
- $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ;
- $R_2 = 6 \text{ Ом}$ ;
- $R_3 = 3 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Расчёт баланса мощностей на основании закона сохранения энергии в электрической цепи.

$$E_1 I_1 = I_1^2 R_1 + I_2^2 R_2 + I_3^2 R_3$$

$$41 * 4 = 4^2 * 2 + 2^2 * 6 + 6^2 * 3$$

$$164 = 32 + 24 + 108$$

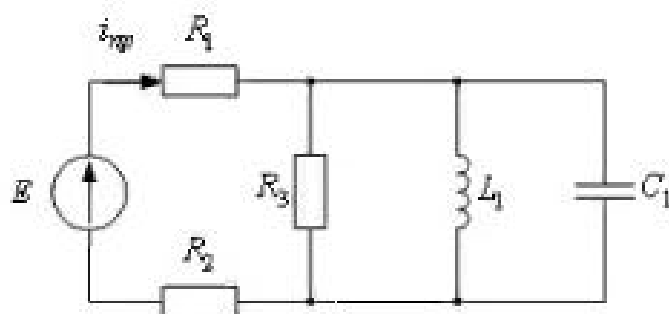
$$164 = 164$$

**9. Ответить на вопрос (указать номер правильного ответа): Почему гудит трансформатор?**

1. – наличие неисправности;
2. – доказательство его работы;
3. – из-за напряжения Фуко;
4. – из-за вихревых токов;

**Правильный ответ: 4.**

**10. Рассчитать принуждённое значение тока в цепи.**



$$C_1 = 200 \text{e} - 6;$$

$$L_1 = 20 \text{e} - 3;$$

- Исходные данные:
- $E = 100 \text{ В}$ ;
  - $R_1 = 5 \text{ Ом}$ ;
  - $R_2 = 15 \text{ Ом}$ ;
  - $R_3 = 20 \text{ Ом}$ ;

**Правильный ответ:** Порядок расчёта принужденного значения тока в цепи

### **Вопросы открытого типа**

**1. Ответить на вопрос: Какие возможности имеют однополупериодные выпрямители?**

**Правильный ответ:** они пропускают в нагрузку только одну полуволну.

**2. Ответить на вопрос: До каких пределов измеряется величина сопротивления обычным омметром?**

**Правильный ответ:** до 1 кОм.

**3. Ответить на вопрос: Какие функциональные подсистемы в САПР выделяют в зависимости от принадлежности к объекту проектирования?**

**Правильный ответ:** объектно-ориентированные (объектные) и объектно-независимые (инвариантные).

**4. Ответить на вопрос: Какие подсистемы относят к объектным компонентам САПР?**

**Правильный ответ:** подсистемы, выполняющие одну или несколько проектных процедур или операций, непосредственно зависящих от конкретного объекта проектирования.

**5. Ответить на вопрос: Какие подсистемы относят к инвариантным компонентам САПР?**

**Правильный ответ:** подсистемы, выполняющие унифицированные проектные процедуры и операции.

**6. Ответить на вопрос: Что представляет собой программно-методический комплекс (ПМК) из состава САПР?**

**Правильный ответ:** взаимосвязанную совокупность компонентов программного, информационного и методического обеспечения, необходимую для получения законченного проектного решения по объекту проектирования или выполнения унифицированных процедур.

**7. Ответить на вопрос: В каком диапазоне величин работают килоомметры?**

**Правильный ответ:** в диапазоне 1 кОм – 1 МОм.

**8. Ответить на вопрос: В каких пределах измеряют температуру квазимонохроматические пирометры?**

**Правильный ответ:** в пределах 700 – 6000 градусов.

**9. Ответить на вопрос: Что представляют собой градиентные методы оптимизации решений?**

**Правильный ответ:** это численные методы решения с помощью градиента задач, сводящихся к нахождению экстремумов функции, то есть отыскания минимума (или максимума) переменных функции.

**10. Ответить на вопрос: Что измеряют с помощью гигрометра?**

**Правильный ответ:** влажность среды.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Формой контроля знаний по дисциплине «Системы автоматизированного проектирования радиоэлектронной аппаратуры» являются две текущие аттестации в виде тестов и одна промежуточная аттестация в виде зачета с оценкой в устной форме.

Неделя текущего контроля	Вид оценочного средства	Код компетенций, оцениваемых знаний, умения, навыки	Содержание оценочного средства	Требования к выполнению	Срок сдачи (неделя семестра)	Критерии оценки по содержанию и качеству с указанием баллов
--------------------------	-------------------------	---	--------------------------------	-------------------------	------------------------------	---

Согласно графика учебного процесса	тестирование	ПК-1; ПК-2.	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру - 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично - от 90%.
Согласно графика учебного процесса	тестирование	ПК-1; ПК-2.	20 вопросов	Компьютерное тестирование; время отведенное на процедуру – 30 минут	Результаты тестирования предоставляются в день проведения процедуры	Критерии оценки определяются процентным соотношением. Не явка - 0 Удовлетворительно - от 51% правильных ответов. Хорошо - от 70%. Отлично - от 90%. Максимальная оценка – 5 баллов.
Согласно графика учебного процесса	Зачет с оценкой	ПК-1; ПК-2.	2 вопроса	Зачет с оценкой проводится в устной форме, путем ответа на вопросы. Время отведенное на процедуру – 4 часа.	Результаты предоставляются в день проведения зачета с оценкой	Критерии оценки: «Отлично» : • знание основных понятий предмета; • умение



					<p>ние использ овать и применя ть получен ные знания на практик е;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• рабо та на семинар ских занятиях ;</li> <li>• знан ие основны х научных теорий, изучаем ых предмет ов;</li> <li>• отве т на вопросы билета. <b>«Хорош о»:</b></li> <li>• уме ние использ овать и применя ть получен ные знания на практик е;</li> <li>• рабо та на семинар ских занятиях ;</li> <li>• знан ие</li> </ul>
--	--	--	--	--	--

					<p>основных научных теорий, изучаемых предметов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответ на вопросы билета.</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ответ на вопросы билета.</li> <li>• работа на семинарских занятиях ;</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно»:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• демонстрирует частичные знания по темам дисциплин;</li> <li>• незнание основных понятий предмета;</li> <li>• умение использовать и применять получен</li> </ul>
--	--	--	--	--	---

						<p>ные знания на практике;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• не работал на семинарских занятиях;</li><li>• не отвечает на вопросы.</li></ul>
--	--	--	--	--	--	--