

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет информатики и информационных технологий

*Кафедра информационных технологий и безопасности  
компьютерных систем*

**Рабочая программа дисциплины**

**ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ**

*Кафедра инженерной физики физического факультета*

**Образовательная программа бакалавриата  
10.03.01-Информационная безопасность**

**Направленность (профиль) программы:  
Безопасность компьютерных систем**

Форма обучения:

**очная**

Статус дисциплины:

**входит в обязательную часть**

**Махачкала  
2022**

Рабочая программа дисциплины «Теория электрических цепей» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки **10.03.01 Информационная безопасность** от 17 ноября 2020г. № 1427


Разработчик(и): Шабанов Ш.Ш., – к.т.н., доцент кафедры ИФ

Разработчик(и): Шабанов Ш.Ш., – к.т.н., доцент кафедры ИФ


Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от «22» 03 2022 г.,  
протокол № 7

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от  
« 23 » 03. 2022 г., протокол № 7

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим

управлением « 30 » 03 2022 г.  Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Теория электрических цепей» входит в базовую часть образовательной программы бакалавриата по направлению 10.03.01 Информационная безопасность. Дисциплина реализуется на факультете информатики и информационных технологий кафедрой Информационные системы и технологии кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с определением параметров и расчетов электрических цепей постоянного и переменного тока, электрических и магнитных полей.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-4, ОПК-11.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума, контрольной работы и промежуточный контроль в форме зачета, экзамена.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
3	180	106	36	34	36			38+36	зачет, экзамен

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) *«Теория электрических цепей»* являются: подготовка бакалавриата к деятельности, связанной с эксплуатацией и обслуживанием аппаратуры и оборудования, содержащего сложные электрические цепи, и обеспечивающего высокую надёжность и информационную безопасность.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина *«Теория электрических цепей»* входит в *базовую* часть образовательной программы *«бакалавриата»* по направлению (специальности) *10.03.01 «Информационная безопасность»*, профиль *«Безопасность компьютерных систем»*.

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-4	Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;	Знать: физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности Уметь: применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности; Владеть: Способностью применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности

ОПК-11	Способен проводить эксперименты по заданной методике и обработку их результатов;	<p>Знать: стандартные вероятностно-статистические методы анализа экспериментальных данных</p> <p>Уметь: строить стандартные процедуры принятия решений, на основе имеющихся экспериментальных</p> <p>Владеть: навыками по проведению эксперимента по заданной методике с составлением итогового документ</p>
--------	--	--

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа, Экзамен	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль I. Сигналы и их характеристики. Основные понятия и законы электрических цепей</b>									
1	Классификация сигналов. Гармоническое колебание и его параметры.	3		2	2	2		2	Текущий контроль: 2 коллоквиума и модульные контрольные (2 семестр); Итоговая аттестация: зачет (2 семестр);
2	Импульсные сигналы и их параметры. Представление гармонических функций с помощью комплексных величин	3		2	2	2		4	
3	Электрическая цепь. Идеализированные пассивные и активные элементы электрической цепи.	3		2	2	2		2	
4	Реальные элементы электрических цепей. Схемы замещения. Законы Кирхгофа.	3		2	2	2		4	
	<i>Итого по модулю I:</i>			8	8	8		12	
<b>Модуль II. Линейные электрические цепи при гармоническом</b>									

воздействия. Методы расчета электрических цепей									
5	Сопротивление, индуктивность и емкость при гармоническом воздействии. Последовательная и параллельная RLC-цепь.	3		2	2	2		2	Контрольная работа
6	Мощность в цепи гармонического тока. Комплексные частотные характеристики цепи. Трёхфазные цепи.	3		2	2	2		2	
7	Эквивалентное преобразование участка цепи с последовательным и параллельным соединением элементов.	3		2	2	2		2	
8	Расчет цепей на основе применения законов Кирхгофа. Метод контурных токов, узловых напряжений и метод наложения.	3		4	4	2		2	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			10	10	8		8	
<b>Модуль III. Цепи с взаимной индуктивностью. Резонансные цепи. Четырехполюсники.</b>									
9	Цепи с взаимной индуктивностью при произвольном и гармоническом воздействии. Линейный трансформатор.	3		2	2	2		2	Контрольная работа, Тесты

10	Последовательный и параллельный колебательный контур.	3		2	2	2		4	
11	Определения и классификация четырехполосников. Основное уравнение. Схемы замещения.	3		2	2	2		2	
12	Параметры холостого хода и короткого замыкания. Характеристические сопротивления пассивных четырехполосников.	3		2	2	2		4	
	<i>Итого по модулю 3:</i>			8	8	8		12	
<b>Модуль IV. Прохождение сигналов через линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами. Переходные процессы. Нелинейные цепи.</b>									
13	Определение отклика цепи по временным и частотным характеристикам. Связь временных и частотных характеристик.	3		2	2	2		1	Текущий контроль: 2 коллоквиума и модульные контрольные (2 семестр); Итоговая аттестация: зачет (2 семестр);
14	Переходные процессы. Переходные процессы в цепях первого порядка.	3		2	2	2		1	
15	Переходные процессы в RL и RC цепи. Переходные процессы в последовательной	3		2	2	2		1	



	RLC-цепи.								
16	Классификация нелинейных элементов и цепей. Эквивалентные преобразования цепей с нелинейными сопротивлениями.	3		2	2	2		1	
17	Расчёт нелинейных цепей постоянного тока. Нелинейное сопротивление при произвольном воздействии	3		2	2	2		2	
	<i>Итого по модулю IV:</i>			10	10	10		6	
<b>Модуль V. Подготовка к экзамену</b>									
4	Экзамен	3						36	
	<b>ИТОГО:</b>			36	36	34		38	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Основные разделы

Физические основы электротехники. Теория цепей. Линейные цепи постоянного тока. Линейные цепи синусоидального тока. Несинусоидальные токи в линейных цепях. Трёхфазные цепи. Переходные процессы в линейных цепях. Нелинейные цепи постоянного тока. Нелинейные цепи переменного тока. Переходные процессы в нелинейных цепях. Магнитные цепи. Четырёхполюсники. Фильтры. Установившиеся процессы в цепях с распределёнными параметрами. Переходные процессы в цепях с распределёнными параметрами. Основы синтеза электрических цепей. Понятие о диагностике электрических цепей. Теория электромагнитного поля. Электростатическое поле. Электрическое поле постоянных токов. Магнитное поле при постоянных магнитных потоках. Электромагнитное поле.

#### Модуль I. Сигналы и их характеристики. Основные понятия и законы электрических цепей

Классификация сигналов. Гармоническое колебание и его параметры. Представление гармонических функций с помощью комплексных величин.

Импульсные сигналы и их параметры. Среднее, средневыпрямленное и действующее значение периодического колебания. Среднее, средневыпрямленное и действующее значение гармонического колебания. Спектральное представление периодических сигналов. Спектральное представление непериодических сигналов. Единичные функции и их свойства.

Электрическая цепь. Идеализированные пассивные элементы электрической цепи. Идеализированные активные элементы электрической цепи. Реальные элементы электрических цепей. Схемы замещения. Соединения элементов. Топологические элементы электрической цепи. Законы Кирхгофа. Система уравнений электрического равновесия цепи. Классификация электрических цепей. Принцип наложения.

**Модуль II. Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии. Методы расчета электрических цепей в установившихся режимах.**

Сопротивление, индуктивность и емкость при гармоническом воздействии. Последовательная RLC-цепь. Классическое решение. Метод комплексных амплитуд. Параллельная RLC-цепь. Мощность в цепи гармонического тока. Комплексные частотные характеристики цепи. Трёхфазные цепи.

Эквивалентное преобразование участка цепи с последовательным соединением элементов. Эквивалентное преобразование участка цепи с параллельным соединением элементов. Эквивалентное преобразование треугольника в звезду и звезды в треугольник. Эквивалентное преобразование источников напряжения и тока. Перенос источников. Расчёт цепей на основе непосредственного применения законов Кирхгофа. Метод контурных токов. Метод узловых напряжений. Метод наложения. Метод эквивалентного источника.

**Модуль III. Цепи с взаимной индуктивностью. Резонансные цепи. Четырехполюсники**

Цепи с взаимной индуктивностью при произвольном воздействии. Цепи с взаимной индуктивностью при гармоническом воздействии. Линейный трансформатор.

Последовательный колебательный контур. Параллельный колебательный контур.

Основные определения и классификация четырехполюсников. Основное уравнение четырехполюсников. Схемы замещения пассивного четырехполюсника. Параметры холостого хода и короткого замыкания. Характеристическое сопротивление пассивных четырехполюсников. Каскадное соединение четырехполюсников. Схемы замещения неавтономных проходных четырехполюсников.

**Модуль IV Прохождение сигналов через линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами. Переходные процессы. Нелинейные цепи.**

Определение отклика цепи по её временным характеристикам. Определение отклика цепи по её частотным характеристикам. Связь временных и частотных характеристик электрической цепи. Условия неискаженной передачи сигнала через линейную электрическую цепь. Согласование источника с нагрузкой.

Переходные процессы. Законы коммутации и начальные условия. Классический метод анализа переходных процессов. Переходные процессы в цепях первого порядка. Общие положения.

Переходные процессы в RL цепи. Переходные процессы в RC цепи. Переходные процессы в последовательной RLC-цепи.

Классификация нелинейных элементов и цепей. Эквивалентные преобразования цепей с нелинейными сопротивлениями. Расчёт нелинейных цепей постоянного тока. Нелинейное сопротивление при произвольном воздействии

**Модуль V. Экзамен.**

## **5. Образовательные технологии**

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, зачеты и экзамены, компьютеры. В течение семестра студенты решают задачи, указанные преподавателем, к каждому семинару. В каждом семестре проводятся контрольные работы (на семинарах). Зачет выставляется после решения всех задач контрольных работ, выполнения домашних и самостоятельных работ.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам дисциплины "Теоретические основы электротехники".

## **7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.2. Типовые контрольные задания**

#### **Вопросы для коллоквиумов, собеседования**

##### **Модуль I. Электрические цепи постоянного тока**

1. Что такое электрическая цепь?
2. Что такое электрический ток?
3. Что такое электрическое напряжение?
4. Что такое ЭДС?
5. Что такое ветвь электрической цепи?
6. Что такое участок электрической цепи?
7. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резистивных элементов?
8. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при параллельном соединении резистивных элементов?
9. Каким образом определяется эквивалентная ЭДС при последовательном соединении источников ЭДС?
10. Каким образом определяется эквивалентный ток при параллельном соединении источников тока?
11. Что понимают под схемой замещения электрической цепи?
12. Изобразите схему замещения реального источника ЭДС
13. Изобразите схему замещения реального источника тока.
14. Каким образом можно осуществить переход от реального источника ЭДС к схеме замещения с источником тока?
15. Сформулируйте принцип суперпозиции.
16. Поясните алгоритм расчета электрической цепи методом наложения.
17. Что такое ветвь электрической цепи?
18. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резистивных элементов?
19. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при параллельном соединении резистивных элементов?
20. Каким образом определяется эквивалентная ЭДС при последовательном соединении источников ЭДС?
21. Каким образом определяется эквивалентный ток при параллельном соединении источников тока?
22. Что понимают под схемой замещения электрической цепи?
23. Сформулируйте закон Ома для замкнутой одноконтурной цепи.
24. Сформулируйте закон Ома для ветви из резистивных элементов, не содержащей источники ЭДС.
25. Сформулируйте обобщенный закон Ома.
26. Поясните алгоритм расчета электрической цепи методом эквивалентного генератора.
27. Что такое ветвь электрической цепи?
28. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при последовательном соединении резистивных элементов?
29. Каким образом определяется эквивалентное сопротивление при параллельном соединении резистивных элементов?
30. Что понимают под схемой замещения электрической цепи?
31. Сформулируйте закон Ома для замкнутой одноконтурной цепи.
32. Сформулируйте закон Ома для ветви из резистивных элементов, не содержащей источники ЭДС.
33. Сформулируйте обобщенный закон Ома.
34. Поясните алгоритм расчета электрической цепи методом эквивалентного генератора.
35. Сформулируйте первый закон Кирхгофа.
36. Сформулируйте второй закон Кирхгофа.
37. Каким образом определяется число уравнений при расчете цепи методом непосредственного применения законов Кирхгофа?
38. Каким образом определяется число уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС методом контурных токов?
39. Каким образом составляется система уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС методом контурных токов? Поясните на примере конкретной цепи.
40. Каким образом определяется число уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС и тока методом контурных токов?
41. Каким образом составляется система уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС и тока методом контурных токов? Поясните на примере конкретной цепи.
42. Назовите известные Вам методы решения систем линейных уравнений.
43. Поясните алгоритм расчета электрической цепи методом контурных токов.

44. Сформулируйте закон Ома для замкнутой одноконтурной цепи.
45. Сформулируйте закон Ома для ветви из резистивных элементов, не содержащей источника ЭДС
46. Сформулируйте обобщенный закон Ома. Запишите формулу обобщенного закона Ома на примере конкретной цепи.
47. Каким образом определяется число уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС методом узловых потенциалов?
48. Каким образом составляется система уравнений при расчете методом узловых потенциалов цепи, содержащей отдельные ветви только с идеализированными источниками ЭДС? Поясните на примере конкретной цепи.
49. Каким образом определяется число уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС и тока методом узловых потенциалов?
50. Каким образом составляется система уравнений при расчете цепи с источниками ЭДС и тока методом узловых потенциалов? Поясните на примере конкретной цепи.
51. Назовите известные Вам методы решения систем линейных уравнений.
52. Поясните алгоритм расчета электрической цепи методом узловых потенциалов.
53. Каким образом определяются токи в ветвях при расчете цепи методом узловых потенциалов? 54. Каким образом при расчете цепи методом узловых потенциалов определяется ток в ветви, содержащей только идеализированный источник ЭДС?

## **Модуль II. Электрические цепи синусоидального переменного тока**

1. Назовите формы представления гармонических воздействий.
2. Изобразите график гармонического тока при начальной фазе  $\psi_i = \pi/3$ .
3. Изобразите график гармонического тока  $i = 4\sin(\omega t + 45^\circ)$  мА и назовите его основные параметры.
4. Запишите выражение для комплексных амплитуды и действующего тока, если мгновенный ток  $i = 4\sin(\omega t + 45^\circ)$  мА.
5. Построить векторную диаграмму для гармонического тока  $i = 4\sin(\omega t + 45^\circ)$  мА.
6. Найти число  $\underline{C} = \underline{A} + \underline{B}$ , если  $\underline{A} = 30 + j40$ ;  $\underline{B} = 10 - j10$ .
7. Найти число  $\underline{C} = \underline{A} - \underline{B}$ .
8. Найти число  $\underline{C} = \underline{A} \cdot \underline{B}$ .
9. Найти число  $\underline{C} = \underline{A} / \underline{B}$ .
10. Запишите выражение для комплексных амплитуды и действующего тока, если мгновенный ток  $i = 2\sin(\omega t - 145^\circ)$  мА.
11. Построить векторную диаграмму для гармонического тока  $i = 2\sin(\omega t - 145^\circ)$  мА.
12. Записать выражение закона Ома в комплексной форме для участка цепи с резистивным элементом и изобразить векторную диаграмму тока и напряжения.
13. Записать выражение закона Ома в комплексной форме для участка цепи с индуктивным элементом и изобразить векторную диаграмму тока и напряжения.
14. Записать выражение закона Ома в комплексной форме для участка цепи с емкостным элементом и изобразить векторную диаграмму тока и напряжения.
15. Какими параметрами определяются синусоидальные функции времени?
16. Какое явление положено в основу понятия действующего значения переменного тока?
17. Как связаны между собой амплитудное и действующее значения синусоидальной величины?
18. Почему ЭДС рамки, вращающейся в однородном магнитном поле, изменяется по синусоидальному закону?
19. Какие энергетические процессы связаны с протеканием переменного тока через резистивный (индуктивный, емкостный) элемент?
20. В чем принципиальное отличие резистивного элемента от индуктивного и емкостного?
7. Во что преобразуется электрическая энергия, соответствующая резистивному элементу электрической цепи?
8. Что такое полное, активное и реактивное сопротивление?
9. В каких пределах может находиться сдвиг фаз между током и напряжением в пассивной электрической цепи?
10. Что такое активная (реактивная, полная) мощность?
11. Что такое коэффициент мощности?
12. Что такое треугольник напряжений (токов, сопротивлений, проводимостей, мощностей)?
13. Сформулируйте условие баланса мощностей электрической цепи.
14. В каком случае ток в цепи с резистивным, индуктивным и емкостным элементом будет отставать (опережать) входное напряжение?
15. Какое явление называется резонансом в электрической цепи?
16. Почему резонанс в последовательном (параллельном) контуре называется резонансом напряжений (токов)?
17. В каком случае входной ток параллельного контура в режиме резонанса будет меньше токов в реактивных элементах?

18. В каком случае входной ток параллельного контура в режиме резонанса будет равен нулю?
19. Какие формы представления комплексных чисел используют для изображения синусоидальных функций?
20. Для каких математических операций используют алгебраическую и показательную форму комплексных чисел?
21. Как получают трехфазную систему ЭДС?
22. Какими преимуществами обладают трехфазные системы энергоснабжения?
23. Что понимают под фазой трехфазной сети?
24. Дайте определения фазных, линейных и нейтральных проводов.
25. Дайте определения фазных и линейных токов и напряжений.
26. Сколько существует способов связи источников и нагрузки в трехфазной сети?
27. Как соотносятся между собой фазные и линейные напряжения симметричного трехфазного источника?
28. Как определяются линейные токи?
29. Как соотносятся между собой фазные и линейные токи при симметричной нагрузке?
30. При каком условии наличие или отсутствие нулевого провода не влияет на режим работы нагрузки?
31. Почему нейтральный провод линий электропередачи имеет меньшее сечение, чем линейные провода?
32. В каком случае можно использовать трехпроводную сеть вместо четырехпроводной?
33. Почему при соединении нагрузки треугольником в трехпроводной сети отсутствует взаимное влияние фазной нагрузки?
34. Как определяется мощность трехфазной сети при симметричной и несимметричной нагрузке?

### **Модуль III. Магнитные цепи**

1. Что такое магнитная цепь?
2. Для чего нужен магнитопровод?
3. Сформулируйте закон полного тока.
4. Что такое поток магнитной индукции?
5. Чем отличаются ферромагнетики от других материалов?
6. Что такое «шихтование» магнитопровода и для чего оно применяется?
7. Что такое вихревые токи? Как они возникают?
8. С какой целью используют трансформатор в энергетике?
9. Как устроен трансформатор? Что такое коэффициент трансформации?
10. В чем преимущество трехфазных трансформаторов по сравнению с тремя однофазными?
11. Какой режим трансформатора называют режимом холостого хода?
12. На что расходуется активная мощность, потребляемая трансформатором в режиме холостого хода?
13. На что расходуется активная мощность, потребляемая трансформатором в опыте короткого замыкания?
14. Перечислите виды потерь мощности в трансформаторе.
15. Что такое «внешняя характеристика трансформатора»?
16. Что такое автотрансформатор?
17. За счет чего автотрансформатор имеет меньшие массогабаритные показатели по сравнению с трансформатором той же мощности?
18. Укажите достоинства, недостатки и область применения автотрансформаторов.
19. Для чего используют измерительные трансформаторы?
20. Как включают в цепь трансформаторы напряжения (тока)?

### **Модуль IV Прохождение сигналов через линейные электрические цепи с сосредоточенными параметрами. Переходные процессы. Нелинейные цепи.**

1. Определение отклика цепи по её временным характеристикам.
2. Определение отклика цепи по её частотным характеристикам.
3. Связь временных и частотных характеристик электрической цепи.
4. Условия неискаженной передачи сигнала через линейную электрическую цепь. Согласование источника с нагрузкой.
5. Переходные процессы.
6. Законы коммутации и начальные условия.
7. Классический метод анализа переходных процессов.
8. Переходные процессы в цепях первого порядка. Общие положения.
9. Переходные процессы в RL цепи.
10. Переходные процессы в RC цепи.
11. Переходные процессы в последовательной RLC-цепи.
12. Классификация нелинейных элементов и цепей.
13. Расчёт нелинейных цепей постоянного тока. Нелинейное сопротивление при произвольном воздействии

### Лабораторные работы (лабораторный практикум)

№№ и названия разделов и тем	Результаты лабораторной работы
Лабораторная работа № 1 Цепь тока с последовательным соединением резисторов	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 2 Параллельное соединение резисторов в цепи постоянного тока	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 3 Цепь постоянного тока при смешанном соединении резисторов	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 4 Цепь синусоидального тока при последовательном соединении R, L и C.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 5 Параллельное соединение катушки индуктивности и конденсатора.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 6 Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в звезду.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 7 Исследование трёхфазной цепи при соединении нагрузки в треугольник.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 8 Экспериментальное исследование и расчёт магнитной цепи при постоянном токе	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 9 Исследование магнитной цепи на переменном токе.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 10 Испытания однофазного трансформатора	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 11 Измерение сопротивлений, токов, напряжений и мощности в цепи постоянного тока.	Расчеты, таблицы, заключение
Лабораторная работа № 12 Ознакомление с комплектом типового лабораторного оборудования.	Расчеты, таблицы, заключение

#### Контрольные вопросы и задачи к практическим занятиям

- К пластинам плоского конденсатора приложено напряжение  $U=220$  В. Определить напряженность электрического поля между пластинами в средней его области, если расстояние между пластинами  $d=1$  мм. Чему равна сила  $F$ , действующая в этой области поля на частицу с зарядом  $q=10^{-6}$  Кл.
- Определите необходимую толщину слоя слюды между пластинами плоского конденсатора, если его номинальное напряжение  $U_{ном}=6$  кВ должно быть в 4 раза меньше пробивного напряжения  $U_{проб}$ . Пробивная напряженность слюды  $E_{1проб}=800$  кВ/см. Какой толщины потребуется электрокардон (для него  $E_{2проб}=100$  кВ/см), если его применять вместо слюды?
- Конденсатор ёмкостью 1 мкФ присоединён к сети с постоянным напряжением  $U=220$  В. Определить электрический заряд  $q_1$  пластины, соединённой с положительным полюсом сети. Каким был бы электрический заряд, если бы напряжение сети было вдвое меньше?
- Плоский конденсатор имеет ёмкость  $C=20$  пФ. Какими следует выбрать толщину диэлектрика из стекла ( $\epsilon=6,28$ ;  $E_{проб}=100$  кВ/см) и площадь пластин, если конденсатор должен работать при номинальном напряжении  $U_{ном}=6$  кВ, имея четырёхкратный запас мощности?
- Ёмкость конденсатора переменной ёмкости можно плавно изменять от 10 до 200 пФ. Какие границы изменения ёмкости можно получить, если присоединить к этому конденсатору такой же второй конденсатор?

6. Два конденсатора соединены последовательно. Ёмкость одного из них  $C_1=500$  пФ и напряжение на его зажимах 50 В. Вычислить ёмкость  $C_2$ , если напряжение на соединённых конденсаторах составляет 220 В.
7. Вычислить общую ёмкость трёх конденсаторов, соединённых смешанно, если  $C_1= 2$  мкФ,  $C_2= 4$  мкФ и  $C_3 = 3$  мкФ.
8. Конденсаторы соединены по схеме, изображённой на рисунке. Вычислить их общую ёмкость,  $C_1= 200$  пФ,  $C_2= 200$  пФ,  $C_3 = 700$  пФ,  $C_4 = 300$  пФ.
9. Для определения длины телефонного кабеля, намотанного на барабан, две жилы одного его конца соединили между собой, а с другого конца измерили их сопротивление, которое оказалась равным 25 Ом. Какова длина этого кабеля, если диаметр его медных жил 1,2 мм?
10. Сколько витков имеет обмотка медной проволоки диаметром 1,2 мм, если наружный диаметр катушки 14 см, внутренний диаметр 10 см, а сопротивление 10,68 Ом?
11. Два конденсатора соединены последовательно и подключены к напряжению  $U=400$  В. Ёмкость одного конденсатора  $C_1= 500$  пФ. Напряжение на его пластинах 300 В. Вычислить ёмкость другого конденсатора и их общую ёмкость.
12. Что можно нагрузить больше – круглый медный провод сечением  $50$  мм<sup>2</sup> или прямоугольную шину с размерами  $5 \times 10$  мм при прочих равных условиях, учитывая величину поверхностного охлаждения.
13. Как скажется на потере напряжения в двухпроводной линии  $l = 200$  м замена медных проводов с площадью поперечного сечения  $S = 35$  мм<sup>2</sup> на алюминиевые того же сечения, если ток в линии  $I=100$  А?
14. Как надо соединить конденсаторы ёмкостью  $C_1= 2$  мкФ,  $C_2= 0,2$  мкФ,  $C_3 = 0,05$  мкФ, чтобы получить общую ёмкость 2,25 мкФ?
15. Постоянная времени цепи, в которую включён последовательно конденсатор и сопротивление  $r = 0,5$  Мом, должна составлять 250 мкс. Определить ёмкость конденсатора.
16. Линейное напряжение трёхфазного генератора, соединённого звездой, равно 10500 В. Определить напряжение между зажимами каждой фазы генератора. Какое напряжение было бы между зажимами генератора при соединении его обмоток треугольником?
17. Действующее значение э.д.с. в каждой обмотке симметричного трёхфазного генератора равно 230 В. Определить линейные напряжения при соединении обмоток неправильной звездой (веером) в режиме холостого хода.

### Вариант 1

1. Назовите величины характеризующие электрическое поле. Их определения и размерности.
2. Теорема Гаусса – Остроградского. Математическое выражение.
3. Определите напряжённость поля и смещение вокруг некоторого уединённого металлического заряженного шара.
4. Какая величина определяет пространственную энергетическую картину поля? Дать ей определение. Как связана напряжённость электрического поля с этой величиной?
5. Что называется эквипотенциальной поверхностью? Что такое эквипотенциальная линия? Как строят эквипотенциальные линии, и как это используется на практике? Нарисовать эквипотенциальные линии двухпроводной линии высокого напряжения.
6. Диэлектрическая проницаемость и электрическая постоянная. Чему равна электрическая постоянная. Что такое сегнетоэлектрики? Как изображается зависимость  $D$  от  $E$  для сегнетоэлектриков?
7. Ёмкость. Определение и формула плоского конденсатора. Последовательное и параллельное соединение ёмкости.
8. Конденсатор. Ёмкость плоского конденсатора. Поток смещения через поверхность пластины конденсатора.



9. Заряд ёмкости через сопротивление. Уравнение возрастания напряжения на ёмкости при его зарядке через сопротивление. График этой зависимости. Постоянная времени.
10. Уравнение зарядного тока при зарядке ёмкости через сопротивление. Постоянная времени. Где используется тот факт, что постоянная времени может быть большой величиной?
11. Энергия электрического поля. Полная и удельная. Что означает удельная?
12. Электрический ток. Что является основными частями простой электрической цепи? Привести примеры различного действия тока.
13. Сила тока. Определение и размерность. Дать определение одного ампера (1 А). Плотность тока. Где на практике используются данные по плотности тока?
14. Напряжение. Электродвижущая сила. Работа электрического тока. Записать формулы связывающие эти величины.

### **Вариант 2**

1. Назовите величины характеризующие электрическое поле. Их определения и размерности.
2. Напряжение. Электродвижущая сила. Работа электрического тока. Записать формулы связывающие эти величины.
3. Определите напряжённость поля и смещение вокруг некоторого уединённого металлического заряженного шара.
4. Электрический ток. Что является основными частями простой электрической цепи? Привести примеры различного действия тока.
5. Что называется эквипотенциальной поверхностью? Что такое эквипотенциальная линия? Как строят эквипотенциальные линии, и как это используется на практике? Нарисовать эквипотенциальные линии двухпроводной линии высокого напряжения.
6. Уравнение зарядного тока при зарядке ёмкости через сопротивление. Постоянная времени. Где используется тот факт, что постоянная времени.
7. Ёмкость. Определение и формула плоского конденсатора. Последовательное и параллельное соединение ёмкости.
8. Как надо соединить конденсаторы ёмкостью  $C_1 = 2$  мкФ,  $C_2 = 0,2$  мкФ,  $C_3 = 0,05$  мкФ, чтобы получить общую ёмкость 2,25 мкФ?
9. Что можно нагрузить больше – круглый медный провод сечением 50 мм<sup>2</sup> или прямоугольную шину с размерами 5x10 мм при прочих равных условиях, учитывая величину поверхностного охлаждения.
10. Сколько витков имеет обмотка медной проволоки диаметром 1,2 мм, если наружный диаметр катушки 14 см, внутренний диаметр 10 см, а сопротивление 10,68 Ом?

### **Вариант 3**

1. Теорема Гаусса – Остроградского. Математическое выражение.
2. Сила тока. Определение и размерность. Дать определение одного ампера (1 А). Плотность тока. Где на практике используются данные по плотности тока?
3. Какая величина определяет пространственную энергетическую картину поля? Дать ей определение. Как связана напряжённость электрического поля с этой величиной?
4. Энергия электрического поля. Полная и удельная. Что означает удельная?
5. Диэлектрическая проницаемость и электрическая постоянная. Чему равна электрическая постоянная. Что такое сегнетоэлектрики? Как изображается зависимость  $D$  от  $E$  для сегнетоэлектриков?
6. Заряд ёмкости через сопротивление. Уравнение возрастания напряжения на ёмкости при его зарядке через сопротивление. График этой зависимости. Постоянная времени.
7. Конденсатор. Ёмкость плоского конденсатора. Поток смещения через поверхность пластины конденсатора.

8. Постоянная времени цепи, в которую включён последовательно конденсатор и сопротивление  $r = 0,5$  Ом, должна составлять 250 мкс. Определить ёмкость конденсатора.

9. Как скажется на потере напряжения в двухпроводной линии  $l = 200$  м замена медных проводов с площадью поперечного сечения  $S = 35$  мм<sup>2</sup> на алюминиевые того же сечения, если ток в линии  $I = 100$  А?

10. Два конденсатора соединены последовательно и подключены к напряжению  $U = 400$  В. Ёмкость одного конденсатора  $C_1 = 500$  пФ. Напряжение на его пластинах 300 В. Вычислить ёмкость другого конденсатора и их общую ёмкость.

### Примеры

#### Цепи постоянного тока

1. Определить диаметр и длину нихромовой проволоки для нагревательного элемента электрического кипятильника (127 В, 2,5 А), допуская плотность тока 7,5 А/мм<sup>2</sup> и принимая удельное сопротивление нихрома в нагретом состоянии 1,25 Ом·мм<sup>2</sup>/м.

Решение

Площадь поперечного сечения проволоки определяем по току и плотности тока:

$$S = \frac{I}{\delta} = \frac{2,5}{7,5} = 0,33 \text{ мм}^2$$

Диаметр проволоки

$$d = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 0,56\sqrt{4 \cdot 0,33} = 0,56\sqrt{1,32} = 0,56 \cdot 1,15 = 0,64 \text{ мм}$$

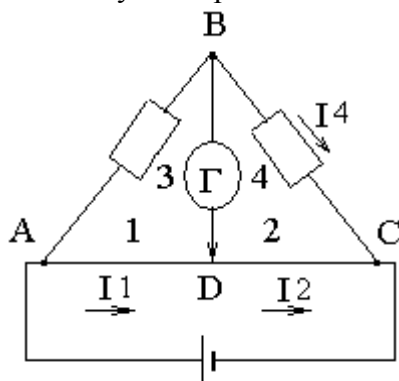
Электрическое сопротивление проволоки на основании закона Ома

$$r = \frac{U}{I} = \frac{127}{2,5} = 50,8 \text{ Ом}$$

Длина проволоки для нагревательного элемента

$$l = \frac{rS}{\rho} = \frac{50,8 \cdot 0,33}{1,25} = 13,4 \text{ м}$$

2. В схеме измерительного моста (рисунок) токи  $I_1 = I_4 = 0,1$  А  $I_2 = 0,099$  А. Определить величину и направление токов в гальванометре, в ветви 3 и в источнике.



Решение

Зададимся направлением тока  $I_{\Gamma}$  в гальванометре от точки В к точке D. Тогда на основании первого закона Кирхгофа для узловой точки D

$$I_1 + I_{\Gamma} = I_2$$

В результате подстановки числовых значений получим

$$0,1 + I_{\Gamma} = 0,099,$$

Откуда

$$I_{\Gamma} = -0,001 \text{ А}$$

Знак «минус» означает, что действительное направление тока противоположно принятому: ток  $I_{\Gamma}$  проходит в действительности от точки D к точке B.

О направлении тока в ветви 3 можно было догадаться, однако зададимся направлением тока  $I_3$  в ветви 3 произвольно, например от точки B к точке A. Тогда на основании первого закона Кирхгофа для узловой точки B

$$I_3 + I_{\Gamma} + I_4 = 0$$

Так как все точки направлены от узловой точки B. Подставив числовые значения, получим

$$I_3 = (-0,001) + 0,1$$

Откуда

$$I_3 = -0,099 \text{ А}$$

Убеждаемся, что в действительное направление тока  $I_3$  противоположно принятому, т.е. от точки A к точке B.

Ток проходящий через источник, определим на основании первого закона для точки C:

$$I_2 + I_4 = I$$

$$I = 0,099 + 0,1 = 0,199 \text{ А}$$

Направление тока в единственном источнике схемы должно совпадать с направлением Э.Д.С.

3. К концу двухпроводной линии напряжением 220 В присоединены электродвигатель, имеющий номинальную мощность 3,8 кВт при коэффициенте полезного действия  $\eta = 85\%$ , электрическая печь мощностью 1,1 кВт и 22 лампы мощностью 25 кВт каждая.

Определить ток в линии.

Решение

Мощность на входе электродвигателя

$$P_1 = P_{\text{ном}}/\eta = 3,8/0,85 = 4,4 \text{ кВт}$$

Ток в цепи электродвигателя

$$I_1 = P_1/U = 4400/220 = 20 \text{ А}$$

Ток в печи

$$I_2 = P_2/U = 1100/220 = 5 \text{ А}$$

Ток группы электрических ламп

$$I_3 = P_3/U = 25 \cdot 22/220 = 2,5 \text{ А}$$

Указанные три приёмника электроэнергии присоединены к линии, т.е. включены параллельно между собой. Поэтому в проводах линии проходит суммарный ток этих приёмников, который в соответствии с первым законом Кирхгофа равен

$$I = I_1 + I_2 + I_3 = 20 + 5 + 2,5 = 27,5 \text{ А}$$

4. Номинальные данные декоративных электрических ламп равны 6 В и 1,8 Вт. Какое наименьшее количество ламп потребуется для ёлочной гирлянды, если её соединить к сети с напряжением 127 В, и какой ток будет в цепи гирлянды?

Решение.

В гирлянде лампы соединены последовательно, поэтому сумма номинальных напряжений ламп должна быть равна напряжению сети:

$$U = U_{\text{ном}} \cdot n$$

Откуда наименьшее число ламп

$$n = U/U_{\text{ном}} = 127/6 = 21$$

Ток всех ламп гирлянды одинаков и равен

$$I = P_{\text{ном}}/U_{\text{ном}} = 1,8/6 = 0,3 \text{ А}$$

5. Какое сопротивление должен иметь реостат, чтобы при включении его последовательно с приёмником энергии в сеть напряжением 220 В ток приёмника с 5 А уменьшался до 1 А?

Решение.

До включения реостата сопротивление цепи, представленной только приёмником энергии, на основании закона Ома было равно

$$R_1 = U/I_1 = 220/5 = 44 \text{ Ом}$$

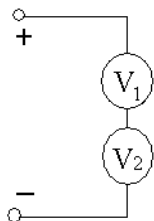
После включения реостата последовательно с приёмником энергии  $R_1$  добавилось сопротивление реостата  $R_p$ :

$$R_1 + R_p = U/I_2 = 220/1 = 220 \text{ Ом}$$

Отсюда сопротивление реостата

$$R_p = 220 - 44 = 176 \text{ Ом}$$

6. Чтобы измерить напряжение сети 220 В, последовательно соединили два вольтметра, номинальные напряжения которых 150 В и сопротивления соответственно 28000 и 16000 Ом. Определить показания каждого вольтметра. Какое наибольшее напряжение можно измерить при этой схеме соединения (рисунок)?



Решение.

Показания каждого вольтметра равно напряжению между зажимами, которое представится на основании закона Ома в виде

$$U_1 = R_1 \cdot I, \quad U_2 = R_2 \cdot I,$$

Причём  $I$  определяется напряжением и суммой сопротивлений ( $R_1 + R_2$ ):

$$I = U/(R_1 + R_2) = 220/(28000 + 16000) = 0,005 \text{ А}$$

Следовательно, показания вольтметров таковы:

$$U_1 = R_1 \cdot I = 28000 \cdot 0,005 = 140 \text{ В}$$

$$U_2 = R_2 \cdot I = 16000 \cdot 0,005 = 80 \text{ В}$$

Итак, в то время как шкала первого вольтметра почти полностью использована, стрелка второго прибора отклонилась только приблизительно до середины. Если применять эту схему, то следует ориентироваться на вольтметр, сопротивление которого больше.

Положим  $U_{\max 1} = 150 \text{ В}$ . Тогда (так как напряжения пропорциональны сопротивлениям) второй вольтметр покажет

$$U_2 = U_1(R_2/R_1) = 150 \cdot (16000/28000) = 86 \text{ В}$$

Наибольшее напряжение, которое можно измерить при этой схеме соединения,

$$U_2 = U_1(R_2/R_1) = 150 + 86 = 236 \text{ В}.$$

#### Однофазные цепи переменного тока. Задачи и вопросы.

1. Ротор гидрогенератора вращается со скоростью 62,5 об/мин. Частота Э.Д.С.  $\nu = 50 \text{ Гц}$ . На какой угол повернётся ротор генератора в пространстве в течении периода?

Решение. Найдём угловую скорость вращения ротора

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 62,5}{60} = 6,54 \frac{\text{рад}}{\text{сек}};$$

Период

$$T = \frac{1}{\nu} = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ сек};$$

Искомый угол

$$\alpha = \omega \cdot T = 6,54 \cdot 0,02 = 0,1308 \text{ рад} (7,5^\circ).$$

**Темы для самостоятельной работы**

№ п/п	ТЕМЫ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ	Количество часов
1.	Сигналы и их основные характеристики	6
2.	Основные понятия и законы электрических цепей	6
3.	Линейные электрические цепи при гармоническом воздействии	4
4.	Методы расчёта электрических цепей	4
5.	Цепи с взаимной индуктивностью	3
6.	Резонансные цепи	3
7.	Четырёхполюсники	3
8.	Прохождение сигналов через линейные стационарные электрические цепи с сосредоточенными параметрами.	3
9.	Переходные процессы в линейных стационарных электрических цепях с сосредоточенными параметрами.	3
10.	Нелинейные электрические цепи.	3
ИТОГО		38

### ***Контрольные вопросы***

1. Какие элементы и цепи называются линейными, а какие нелинейными?
2. Какое сопротивление называется активным, а какое реактивным?
3. Что такое класс точности прибора?
4. Какие цепи называются эквивалентными?
5. В чем состоит эквивалентность источника тока и напряжения?
6. Напишите формулу эквивалентного преобразования треугольника в звезду.
7. Объясните суть расчета электрических цепей методом контурных токов и методом узловых потенциалов.
8. Когда следует отдать предпочтение методу контурных токов, а когда методу узловых потенциалов?
9. Что такое входное сопротивление двухполюсника?
10. Объясните теорему об эквивалентном источнике (генераторе)?
11. Что представляет собой пассивный четырехполюсник и для чего он используется?
12. Какие существуют основные формы записи уравнений пассивного четырехполюсника?
13. Какое соединение четырехполюсников называется каскадным?
14. Что такое характеристическое сопротивление и как оно определяется?
15. Что показывает векторная диаграмма цепи?
16. Что называется резонансом напряжений?
17. Чем отличается децибелл от непера?
18. Что такое синхронизация развертки осциллографа?
19. Какие напряжения и токи называются линейными, а какие фазными?

20. Почему в случаях несимметричной нагрузки нельзя отключать нулевой провод?
21. Как изменятся линейные токи, если в симметричной нагрузке произошло отключение одной фазы?
22. Какие виды симметрии могут наблюдаться у несинусоидальных кривых?
23. Что такое статические и дифференциальные параметры нелинейных элементов?
24. В чем причина нелинейности лампы накаливания, катушки с ферромагнитным сердечником?
25. Что такое магнитная цепь? Из каких частей она состоит?
26. Что такое МДС? Как определяется ее направление?
27. Как влияет величина немагнитного зазора на величину магнитного потока?
28. Сформулируйте закон коммутации.
29. Что такое начальные условия задачи? Как они определяются?

### **Вопросы к практическим занятиям**

1. Напишите формулу эквивалентного преобразования треугольника в звезду.
2. Объясните суть расчета электрических цепей методом контурных токов и методом узловых потенциалов.
3. Когда следует отдать предпочтение методу контурных токов, а когда методу узловых потенциалов?
4. Что такое входное сопротивление двухполюсника?
5. Объясните теорему об эквивалентном источнике (генераторе)?
6. Что представляет собой пассивный четырехполюсник и для чего он используется?
7. Какие существуют основные формы записи уравнений пассивного четырехполюсника?
8. Какое соединение четырехполюсников называется каскадным?
9. Что такое характеристическое сопротивление и как оно определяется?
10. Что показывает векторная диаграмма цепи?
11. Что называется резонансом напряжений?
12. Чем отличается децибел от непера?
13. Что такое синхронизация развертки осциллографа?
14. Какие напряжения и токи называются линейными, а какие фазными?
15. Почему в случаях несимметричной нагрузки нельзя отключать нулевой провод?
16. Как изменятся линейные токи, если в симметричной нагрузке произошло отключение одной фазы?

17. Какие виды симметрии могут наблюдаться у несинусоидальных кривых?
18. Что такое статические и дифференциальные параметры нелинейных элементов?
19. В чем причина нелинейности лампы накаливания, катушки с ферромагнитным сердечником?
20. Что такое магнитная цепь? Из каких частей она состоит?
21. Что такое МДС? Как определяется ее направление?
22. Как влияет величина немагнитного зазора на величину магнитного потока?
23. Сформулируйте закон коммутации.
24. Что такое начальные условия задачи? Как они определяются?
25. Какие элементы и цепи называются линейными, а какие нелинейными?
26. Какое сопротивление называется активным, а какое реактивным?
27. Что такое класс точности прибора?
28. Какие цепи называются эквивалентными?
29. В чем состоит эквивалентность источника тока и напряжения?

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50 % и промежуточного контроля - 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - 30 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

8. Перечень основной, дополнительно учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины №	Библиографическое описание (авторы/составители, заглавие, вид издания, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в наличии в библиотеке/ в каталоге ЭБС
<b>ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>		
1.	Забора И.Г. Электротехника. Часть 1. Общие	В каталоге ЭБС (с

	<p>сведения. Электрические цепи и измерения [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.Г. Забора, П.Д. Чельшков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 214 с. — 978-5-7264-1809-4. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/76389.html">http://www.iprbookshop.ru/76389.html</a></p>	<p><i>указанием электронног о адреса)</i></p>
2.	<p>Блохин А.В. Электротехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Блохин. — Электрон. текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 184 с. — 978-5-7996-1090-6. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/66230.html">http://www.iprbookshop.ru/66230.html</a></p>	<p>В каталоге ЭБС (с <i>указанием электронног о адреса)</i></p>
3.	<p>Усольцев А.А. Общая электротехника [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Усольцев. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2009. — 302 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/67413.html">http://www.iprbookshop.ru/67413.html</a></p>	<p>В каталоге ЭБС (с <i>указанием электронног о адреса)</i></p>
4.	<p>Бутырин П.А. Основы электротехники [Электронный ресурс] : учебник для студентов средних и высших учебных заведений профессионального образования по направлениям электротехники и электроэнергетики / П.А. Бутырин, О.В. Толчеев, Ф.Н. Шакирзянов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2014. — 360 с. — 978-5-383-00857-7. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/33220.html">http://www.iprbookshop.ru/33220.html</a> (14.09.2018)</p>	<p>В каталоге ЭБС (с <i>указанием электронног о адреса)</i></p>
<b>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА</b>		
1.	<p>Лихачев В.Л. Электротехника. Том 1 [Электронный ресурс] : справочник / В.Л. Лихачев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. — 553 с. — 5-93455-120-5. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/8635.html">http://www.iprbookshop.ru/8635.html</a></p>	<p>В каталоге ЭБС (с <i>указанием электронног о адреса)</i></p>
2.	<p>Лихачев В.Л. Электротехника. Том 2 [Электронный ресурс] : справочник / В.Л.</p>	<p>В каталоге ЭБС (с</p>



	Лихачев. — Электрон. текстовые данные. — М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2010. — 448 с. — 5-93455-136-1. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/65115.html">http://www.iprbookshop.ru/65115.html</a>	<i>указанием электронног о адреса)</i>
3.	Электротехника и электроника. Интернет-тестирование базовых знаний. Часть 8. Методы анализа линейных цепей с многополюсными элементами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.И. Малинин [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 79 с. — 978-5-7782-2093-5. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/45207.html">http://www.iprbookshop.ru/45207.html</a>	<i>В каталоге ЭБС (с указанием электронног о адреса)</i>
4.	Селиванова З.М. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : лабораторный практикум / З.М. Селиванова. — Электрон. текстовые данные. — Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2012. — 70 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/64138.html">http://www.iprbookshop.ru/64138.html</a>	<i>В каталоге ЭБС (с указанием электронног о адреса)</i>
5.	Трубникова В.Н. Электротехника и электроника. Часть 1. Электрические цепи [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.Н. Трубникова. — Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 137 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/33672.html">http://www.iprbookshop.ru/33672.html</a>	<i>В каталоге ЭБС (с указанием электронног о адреса)</i>
6.	Носкова Е.Д. Электротехника [Электронный ресурс] : методические рекомендации по проведению лабораторных работ для студентов технических специальностей / Е.Д. Носкова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Эр Медиа, 2018. — 49 с. — 978-5-4486-0063-0. — Режим доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/70290.html">http://www.iprbookshop.ru/70290.html</a>	<i>В каталоге ЭБС (с указанием электронног о адреса)</i>
7.	Сундуков В.И. Общая электротехника и основы электроснабжения [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.И. Сундуков. — Электрон. текстовые данные. — Казань: Казанский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 96 с. — 978-5-7829-0538-5. — Режим	<i>В каталоге ЭБС (с указанием электронног о адреса)</i>

	доступа: <a href="http://www.iprbookshop.ru/73311.html">http://www.iprbookshop.ru/73311.html</a>	
--	--	--

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

1. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>
2. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru) ).

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

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучаемому курсу и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое обеспечение. Литература»

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляции энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляции, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий, подготовке к семинарским занятиям.

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

**перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Федеральный центр образовательного законодательства.  
<http://www.lexed.ru>
2. Федеральный портал «Российское образование»  
<http://www.edu.ru/>
3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
4. База данных электронных библиотечных ресурсов Elsevier  
<http://elsevierscience.ru>
5. Информационные ресурсы издательства Springer  
<http://www.springerlink.com/journals>
6. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
7. Электронные источники научно-технической информации некоммерческого партнерства «Национальный электронно-информационный консорциум» <http://www.neicon.ru>
8. Ресурсы Университетской информационной системы Россия (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>

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

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.