

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета

« ____ » _____ 20__

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Направление/специальность подготовки	27.03.02 Управление качеством
Специализация/профиль/программа подготовки	Управление качеством процессов и бизнес-аналитика
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Форма обучения	Заочная
Факультет	Б Базовое инженерное образование
Выпускающая кафедра	Б6 Стратегическое управление высокотехнологичными предприятиями
Кафедра-разработчик рабочей программы	Н4 Электротехника

КУРС	СЕМЕСТР	ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ (ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦ)	ЧАСЫ (по наличию видов занятий)									ВИД ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ
			ОБЩАЯ ТРУДОЁМКОСТЬ	АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ				САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА				
				ВСЕГО	ЛЕКЦИИ	ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ	ВСЕГО	КУРСОВОЙ ПРОЕКТ	КУРСОВАЯ РАБОТА	ДРУГИЕ ВИДЫ САМОСТ. РАБОТЫ	
2	3	3	108	12	4	4	4	96	0	0	96	зач.
2	4	3	108	12	4	4	4	96	0	0	96	экз.
ВСЕГО		6	216	24	8	8	8	192	0	0	192	

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СОСТАВЛЕНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО СТАНДАРТА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (ФГОС ВО)

27.03.02 Управление качеством

год набора группы: 2026

Программу составил:

Кафедра Н4 Электротехника
Мустафаев Юсиф Ниязи оглы, старший преподаватель

Программа рассмотрена
на заседании кафедры-разработчика
рабочей программы **Н4 Электротехника**

Заведующий кафедрой Матвеев П.В., к.т.н., доц.

Программа рассмотрена
на заседании выпускающей кафедры

Б6 Стратегическое управление высокотехнологичными предприятиями

Заведующий кафедрой Карпенко Д.А., к.п.н., доц.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА

Разделы рабочей программы

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО
3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ
5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ
6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы
- Приложение 2. Технологии и формы обучения
- Приложение 3. Фонды оценочных средств

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

Формированию компетенций служит достижение следующих результатов образования:

ОПК-2

знания:

схемы замещения источников питания, элементы топологии: узел, ветвь, контур;
закон Ома для участка цепи с пассивными элементами и для участка цепи, содержащего ЭДС;
законы Кирхгофа;
виды эквивалентных преобразований пассивных элементов цепи;
понятие мощности, уравнение баланса мощностей в электрической цепи;
активные и реактивные сопротивления, фазовые сдвиги между напряжениями и токами;
физический смысл и формулы расчета мощностей;
основные определения и понятия трехфазных цепей, особенности работы четырехпроводной цепи, соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями;
особенность работы по схемам «звезда» и «треугольник», соотношения между фазными и линейными токами и напряжениями;
понятие вольт-амперной характеристики (ВАХ) нелинейных элементов, способы задания ВАХ и параметры нелинейных элементов;
физические основы работы и свойства р-п перехода, условные обозначение и характеристики полупроводниковых приборов;
схемы полупроводниковых выпрямителей (однофазных и трехфазных);
схемы включения транзисторов (биполярных и полевых), назначение элементов усилительного каскада, функциональные схемы операционных усилителей;
назначение и функциональные схемы основных устройств цифровой электроники (логические комбинационные, на основе триггеров, арифметико-логические);
назначение, устройство, принцип действия и характеристики трансформаторов;
устройство и принцип действия машин постоянного тока, их механические характеристики;
устройство, принцип действия и характеристики синхронных и асинхронных машин.;

умения:

определять топологические параметры цепей (узел, ветвь, контур);
рассчитывать электрические цепи с использованием закона Ома;
применять законы Кирхгофа для расчета электрических цепей;
рассчитывать методом эквивалентных преобразований электрические цепи при последовательном, параллельном и смешанном соединении пассивных элементов;
рассчитывать мощности источников и потребителей энергии;
определять линейные и фазные токи, мощность, различать векторные диаграммы трехфазных цепей;

пользоваться справочными данными полупроводниковых приборов;

определять коэффициент трансформации, различать характеристики трансформатора;

различать характеристики машин постоянного тока с разным типом возбуждения;

различать два типа асинхронных двигателей (с короткозамкнутым и фазным ротором);

различать различные типы синхронных машин по конструкции ротора.;

навыки:

навыками расчета линейных электрических цепей постоянного тока;

методикой сборки электрических цепей и измерений постоянных токов и напряжений;

навыками расчета линейных электрических цепей с синусоидальным током;

методикой сборки электрических цепей и измерений синусоидальных токов и напряжений, мощности в электрических цепях;

навыками измерения параметров электрической цепи с использованием магнитоэлектрических, электромагнитных, цифровых измерительных устройств.

навыками прямого пуска и остановки асинхронных трёхфазных двигателей..

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Дисциплина **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *27.03.02 Управление качеством*.

Содержание дисциплины является логическим продолжением дисциплин: **ВЫСШАЯ МАТЕМАТИКА, ФИЗИКА**.

Содержание дисциплины является основой для освоения дисциплин: **УПРАВЛЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯМИ И РАЗРАБОТКАМИ, УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**.

Предварительные компетенции, сформированные у обучающегося до начала изучения дисциплины:

- ОПК-1 — Способен анализировать задачи профессиональной деятельности на основе положений, законов и методов естественных наук и математики
- ОПК-2 — Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч.

3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		
2	3	Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов. Тема 1. Основные понятия. Электрическая цепь и электрическая схема, их элементы и параметры. Источники ЭДС и тока. Законы электрических цепей. Расчет электрических цепей классическим методом с применением законов Кирхгофа и Ома. Последовательность упрощения сложных цепей методом эквивалентных преобразований. Тема 2. Синусоидальные ЭДС, напряжение и ток. Мгновенные, средние и действующие значения синусоидальной величины. Фаза и фазовый сдвиг. Закон Ома и законы Кирхгофа для мгновенных значений. Представление переменной величины в виде векторов. Применение комплексных чисел для расчета синусоидальных токов и напряжений. Построение векторной диаграммы. Резистор, индуктивность и ёмкость в цепи переменного тока. Уравнения связи между током и напряжением для активного, индуктивного и ёмкостного элементов. Последовательное и параллельное соединения сопротивления, индуктивности и емкости. Активное, реактивное и полное сопротивление. Активная, реактивная и полная мощности. Треугольники мощностей и сопротивлений. Коэффициент мощности. Тема 3. Трёхфазные электрические цепи. Трёхпроводное и четырёхпроводное соединение трёхфазной нагрузки и трёхфазного источника. Линейные и фазные напряжения, линейные и фазные токи при соединении нагрузки треугольником и звездой, соотношения токов и напряжений в трёхфазных цепях. Режимы работы трёхфазной цепи, соответствующие к данным режимам векторные диаграммы. Мощность в трёхфазных цепях.	108	12	4	4	4	96	40
Всего за 3 семестр			108	12	4	4	4	96	40
2	4	Раздел 2. Электрические машины. Тема 1. Трансформатор. Устройство и принцип действия. Схемы замещения трансформатора. Определение основных параметров силовых трансформаторов. Тема 2. Общие сведения об электрических машинах. Принципы действия электрических машин. Классификация электрических машин. Способы создания магнитного поля для машин постоянного и переменного токов. Тема 3. Электрические машины постоянного тока. Генераторы постоянного тока. Двигатели постоянного тока. Тема 4 Асинхронные двигатели. Принцип действия асинхронного двигателя. Тема 5. Синхронные машины. Устройство и принцип действия синхронной машины.	87.5	11.5	3.5	4	4	76	50
2	4	Раздел 3. Основы силовой электроники Электромагнитная совместимость электронных устройств. Короткая информация об используемых полупроводниковых материалах и приборах в составе электротехнических и электронных устройств.	20.5	0.5	0.5	0	0	20	10
Всего за 4 семестр			108	12	4	4	4	96	60
Всего по дисциплине			216	24	8	8	8	192	100

3.2. Аудиторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов.	Тема 1. Основные понятия и законы электрических цепей. Методы расчета электрических цепей. Расчет цепи постоянного тока с помощью законов Кирхгофа. Расчет цепи переменного тока с помощью законов Кирхгофа. Метод эквивалентных преобразований.	1
2		Тема 2. Установившиеся процессы в электрических цепях при синусоидальном воздействии. Взаимное преобразование источников энергии. Последовательное соединение сопротивления, индуктивности и емкости. Построение треугольников напряжений и сопротивлений. Параллельное соединение сопротивления, индуктивности и емкости. Построение треугольников токов и проводимостей. Построение векторных диаграмм. Расчет активной, реактивной и полной мощности цепи. Контрольная работа состоящая из двух задач, посвященная расчетам постоянного и переменного токов.	2
3		Тема 3. Трёхфазные электрические цепи. Расчёт трёхфазной цепи при соединении звездой и треугольником.	1
Всего за 3 семестр			4
4	Раздел 2.	Тема 1. Трансформатор Расчет силового трансформатора.	2

5	Электрические машины.	Тема 2. Машины постоянного тока. Расчет режимов работы двигателей постоянного тока с параллельным и последовательным возбуждениями	2
Всего за 4 семестр			4

3.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного практикума	Объем, ауд. часов
1	Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов.	Лабораторная работа №1. Исследование линейной электрической цепи постоянного тока.	2
2		Лабораторная работа №2. Исследование последовательного и параллельного соединения элементов в установившемся синусоидальном режиме	2
		Всего за 3 семестр	4
3	Раздел 2. Электрические машины.	Лабораторная работа №3. Исследование трансформатора.	1
4		Лабораторная работа №4. Исследование трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором	3
		Всего за 4 семестр	4

3.4. Самостоятельная работа студента (СРС)

№ п/п	Номер и наименование раздела дисциплины	Содержание учебного задания	Объем, часов
1	Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов.	Тема 1. Основные понятия и законы электрических цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для линейных электрических цепей постоянного тока. Баланс мощностей для проверки результатов расчета. Подготовка к лабораторным занятиям, обработка результатов измерений и составление отчетов. Ответ на контрольные вопросы	8
2		Тема 7. Электрические цепи с нелинейными элементами. Вольтамперная характеристика нелинейных элементов. Графический расчет нелинейных цепей при последовательном и параллельном соединениях.	10
3		Тема 8. Магнитные материалы. Магнитные цепи. Напряженность магнитного поля и магнитная индукция. Петля гистерезиса. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.	16
4		Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях. законы коммутации и причина возникновения переходных процессов в электрических цепях. Классический метод расчета переходных процессов.	12
5		Тема 4. Трехфазные электрические цепи. Трехпроводное соединение звездой. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений при соединении нагрузки звездой. Четырехпроводное соединение нагрузки и источника. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений при соединении нагрузки. Векторные диаграммы. Трехфазные электрические цепи. Соединение нагрузки треугольником. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений. Векторные диаграммы.	10
6		Тема 2. Установившиеся процессы в электрических цепях при синусоидальном воздействии. Представление гармонической функции на комплексной плоскости. Комплекс ЭДС, напряжения и тока. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Расчет цепей по законам Кирхгофа и методом контурных токов. Тема 3. Резонанс напряжений и токов в двухполюсниках. Частотные характеристики последовательного и параллельного колебательного контуров. Добротность контура. Резонансные кривые. Избирательные свойства контура и полоса пропускания. Расчет индивидуального домашнего задания №1 «Расчет установившегося	30

		процесса в электрической цепи синусоидального тока с одним источником ЭДС»	
7		Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией. ЭДС взаимной индукции. Последовательное и параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Расчет цепей при наличии взаимной индукции. воздушный трансформатор.	10
Всего за 3 семестр			96
8	Раздел 2. Электрические машины.	Тема 5. Синхронные машины. Устройство и принцип действия синхронных машин. Схемы замещения и векторные диаграммы идеализированной синхронной машины. Момент, угловая характеристика и механическая характеристика синхронного двигателя. Реактивная мощность синхронного двигателя. Генераторный способ пуска в ход синхронного двигателя	13
9		Тема 2. Общие сведения об электрических машинах. Принципы преобразования механической энергии в электрическую и наоборот. Сила Ампера. Правила левой и правой руки. Применение правил в объяснении теории электрических машин.	12
10		Тема 1. Магнитные цепи постоянного и переменного токов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Применение магнитомягких материалов в электротехнических устройствах. Трансформатор. Устройство и принцип действия трансформатора. Классификация трансформаторов. Измерительные трансформаторы - трансформаторы тока и напряжения. Применение трансформаторов в системах учета и распределения энергии. Режимы работы трансформаторов и практическое определение его параметров - опыты холостого хода, короткого замыкания. Номинальный режим работы трансформатора.	20
11		Тема 3. Машины постоянного тока. Устройство электрических машин постоянного тока. Щеточно - коллекторный узел и его роль при работе машины в режимах двигателя и генератора. Генераторы и двигатели постоянного тока. Классификация двигателей постоянного тока. Двигатели с параллельным (шунтовое), с последовательным (сериесные), со смешанным возбуждениями. Машины с постоянными магнитами. Управление двигателями постоянного тока. Различные режимы двигателей постоянного тока. Тяговые двигатели. Универсальные коллекторные двигатели	15
12		Тема 4. Асинхронные двигатели. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронного двигателя. Регулирование асинхронных двигателей. Рабочие характеристики и неноминальные режимы работы асинхронного двигателя. Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели Индивидуальное домашнее задание №2. "Расчет основных параметров и характеристик трехфазных асинхронных двигателей"	16
13	Раздел 3. Основы силовой электроники Электромагнитная совместимость электронных устройств.	Тема 1. Полупроводниковые материалы и элементы: Диоды, транзисторы, тиристоры, нелинейные полупроводниковые элементы: варисторы, варикапы, терморезисторы, фоторезисторы	5
14		Тема 2. Элементная база со временных электронных устройств, источники вторичного электропитания. Принципы построения выпрямителей и источников вторичного электропитания. Силовые электронные устройства.	5
15		Тема 3. Электрические измерения и приборы	6
16		Тема 4. Электромагнитная совместимость электронных приборов.	4
Всего за 4 семестр			96

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- отчет по ЛР;
- собеседование;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Основная литература по дисциплине:

1. . Электротехника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007, эл. рес.
2. А .И. Вольдек. . Электрические машины. Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1978, 46 экз.
3. А. А. Усольцев. Электротехника. Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им Д.Ф. Устинова, 2024, 20 экз.
4. А. С. Касаткин, М. В. Немцов. . Электротехника. М.: Высшая школа, 2003, 168 экз.
5. В. А. Прянишников. . Электроника. СПб.: КОРОНА-Век, 2010, 19 экз.
6. Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника. Москва: Юрайт, 2019, эл. рес.
7. И. П. Копылов. . Электрические машины. Москва: Юрайт, 2020, эл. рес.
8. Л. А. Бессонов. . Теоретические основы электротехники. Москва: Юрайт, 2021, эл. рес.
9. Л. Ф. Погромская. . Переходные процессы в линейных электрических цепях. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012, эл. рес.
10. М. В. Гальперин. . Электронная техника. Москва: Форум, 2019, эл. рес.
11. П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018, 83 экз.
12. П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Расчёт электрических цепей. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 92 экз.
13. П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Электрические цепи. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022, 46 экз.
14. П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Моделирование электронных схем в пакете Multisim. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016, 82 экз.
15. С. А. Гусев. . Электрические машины малой мощности. СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014, 114 экз.
16. Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электрические машины. СПб.: КОРОНА-Век, 2010, 180 экз.
17. Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электроника. Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023, эл. рес.

5.2. Дополнительная литература по дисциплине:

1. А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич. . Полупроводниковая силовая электроника. М.: Техносфера, 2018, 3 экз.

5.3. Периодические издания:

1. Радиотехника – XXI век.

5.4. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины, электронные библиотечные системы:

1. <http://library.voenmeh.ru/jirbis2/> — Фундаментальная библиотека БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова;
2. <https://urait.ru/> — Образовательная платформа «Юрайт». Для вузов и ссузов.;
3. <https://e.lanbook.com/> — ЭБС Лань.

Современные профессиональные базы данных:

1. <https://rusneb.ru> – Национальная электронная библиотека (НЭБ);
2. <https://cyberleninka.ru/> - Научная электронная библиотека «Киберленинка»;
- <http://www.rfbr.ru/rffi/ru/library> - Полнотекстовая электронная библиотека Российского фонда фундаментальных исследований.

Информационные справочные системы:

1. Техэксперт – Информационный портал технического регулирования: Нормы, правила, стандарты РФ;
2. http://library.voenmeh.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=457 - БД ГОСТов собственной генерации БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова;
3. <http://www.consultant.ru/> - КонсультантПлюс- информационный портал правовой информации.

5.5. Программное обеспечение:

не требуется.

5.6. Информационные технологии:

взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС Moodle БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекционные занятия:

специализированные требования по оборудованию отсутствуют; аудитория с посадочными местами по количеству студентов; доска.

6.2. Практические занятия:

1. Проектор;
2. Интерактивная доска.

6.3. Лабораторные занятия:

1. Интерактивная доска;
2. Стенд ЭВ-4;
3. Стенд ЭММ;
4. Тахометр ТЦ-3М;
5. Проектор.

6.4. Прочее:

1. рабочее место преподавателя, оснащенное компьютером с доступом в Интернет;
2. рабочие места студентов, оснащенные компьютерами с доступом в Интернет, предназначенные для работы в электронной образовательной среде.

Аннотация рабочей программы

Дисциплина **ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА** является дисциплиной **обязательной части блока 1** программы подготовки по направлению *27.03.02 Управление качеством*. Дисциплина реализуется на факультете *Н Робототехника и инновационная инженерия* БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова кафедрой *Н4 Электротехника*.

Дисциплина нацелена на формирование *компетенций*:
ОПК-2 Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей).

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основной задачей курса «Электротехники и электроника» в теоретической и практической подготовки специалистов по направлениям в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы они могли выбрать необходимые электротехнические устройства, умели правильно их эксплуатировать, а при необходимости, умели составлять, совместно со специалистами электротехнического профиля, технические задания на разработку электрических и электронных частей инновационного продукта.

Программой дисциплины предусмотрены следующие **виды контроля**:

Текущий контроль успеваемости студентов проводится в дискретные временные интервалы в следующих формах:

- диагностическая работа;
- лабораторная работа;
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- отчет по ЛР;
- собеседование;
- вопросы к экзамену.

Промежуточная аттестация проводится в формах:

- зачет;
- экзамен.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **6 з.е., 216 ч.** Программой дисциплины предусмотрены лекционные занятия (**8 ч.**), практические занятия (**8 ч.**), лабораторный практикум (**8 ч.**), самостоятельная работа студента (**192 ч.**).

ТЕХНОЛОГИИ И ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

Рекомендации по освоению дисциплины для студента

Трудоемкость освоения дисциплины составляет 216 ч., из них 24 ч. аудиторных занятий, и 192 ч., отведенных на самостоятельную работу студента.

Рекомендации по распределению учебного времени по видам самостоятельной работы и разделам дисциплины приведены в таблице.

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положением о текущем, рубежном контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

Формы контроля и критерии оценивания приведены в приложении 3 к Рабочей программе.

Наименование работы	Рекомендуемая литература	Трудоемкость, час.
Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов.		
Тема 1. Основные понятия и законы электрических цепей. Закон Ома и законы Кирхгофа для линейных электрических цепей постоянного тока. Баланс мощностей для проверки результатов расчета Подготовка к лабораторным занятиям, обработка результатов измерений и составление отчетов. Ответ на контрольные вопросы	Л. А. Бессонов. . Теоретические основы электротехники: Москва: Юрайт, 2021 (1-3,6,8,13-15) А. С. Касаткин, М. В. Немцов. . Электротехника: М.: Высшая школа, 2003 (1-3,11-16)	8
Тема 7. Электрические цепи с нелинейными элементами. Вольтамперная характеристика нелинейных элементов. Графический расчет нелинейных цепей при последовательном и параллельном соединениях.	Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электроника: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-12)	10
Тема 8. Магнитные материалы. Магнитные цепи. Напряженность магнитного поля и магнитная индукция. Петля гистерезиса. Расчет неразветвленных и разветвленных магнитных цепей.	П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2018 (1-33е)	16
Тема 6. Переходные процессы в электрических цепях. законы коммутации и причина возникновения переходных процессов в электрических цепях. Классический метод расчета переходных процессов.	П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Расчет электрических цепей: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2014 (1-4)	12
Тема 4. Трехфазные электрические цепи. Трехпроводное соединение звездой. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений при соединении нагрузки звездой. Четырехпроводное соединение нагрузки и источника. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений при соединении нагрузки. Векторные диаграммы. Трехфазные электрические цепи. Соединение нагрузки треугольником. Соотношение линейных и фазных токов, также фазных и линейных напряжений. Векторные диаграммы.	Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электрические машины: СПб.: КОРОНА-Век, 2010	10
Тема 2. Установившиеся процессы в электрических цепях при синусоидальном воздействии. Представление гармонической функции на комплексной плоскости. Комплекс ЭДС, напряжения и тока. Закон Ома и законы Кирхгофа в комплексной форме. Расчет цепей по законам Кирхгофа и методом контурных токов. Тема 3. Резонанс напряжений и токов в двухполюсниках. Частотные характеристики последовательного и параллельного колебательного контуров. Добротность контура.		30

Резонансные кривые. Избирательные свойства контура и полоса пропускания. Расчет индивидуального домашнего задания №1 «Расчет установившегося процесса в электрической цепи синусоидального тока с одним источником ЭДС»	(1-5) . Электротехника: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2007 (1-6) Л. Ф. Погромская. . Переходные процессы в линейных электрических цепях: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2012 (1, 2) А. А. Усольцев. Электротехника: Санкт-Петербург : Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова, 2024 (все) П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Электрические цепи: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2022 (1-12)	10
Тема 5. Электрические цепи с взаимной индукцией. ЭДС взаимной индукции. Последовательное и параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи. Расчет цепей при наличии взаимной индукции. воздушный трансформатор.		
Итого по разделу 1		96
Раздел 2. Электрические машины.		
Тема 5. Синхронные машины. Устройство и принцип действия синхронных машин. Схемы замещения и векторные диаграммы идеализированной синхронной машины. Момент, угловая характеристика и механическая характеристика синхронного двигателя. Реактивная мощность синхронного двигателя. Генераторный способ пуска в ход синхронного двигателя	Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электроника: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (1-12) Э. Л. Мальц, Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электрические машины: СПб.: КОРОНА-Век, 2010 (6,7,8,9,10) И. П. Копылов. . Электрические машины: Москва: Юрайт, 2020 (1-5) А .И. Вольдек. . Электрические машины: Л.: Энергия. Ленингр. отд-ние, 1978 (1,2,3,9,10,12-18,24,25) С. А. Гусев. . Электрические машины малой мощности: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им.	13
Тема 2. Общие сведения об электрических машинах. Принципы преобразования механической энергии в электрическую и наоборот. Сила Ампера. Правила левой и правой руки. Применение правил в объяснении теории электрических машин.		12
Тема 1. Магнитные цепи постоянного и переменного токов. Магнитомягкие и магнитотвердые материалы. Применение магнитомягких материалов в электротехнических устройствах. Трансформатор. Устройство и принцип действия трансформатора. Классификация трансформаторов. Измерительные трансформаторы - трансформаторы тока и напряжения. Применение трансформаторов в системах учета и распределения энергии. Режимы работы трансформаторов и практическое определение его параметров - опыты холостого хода, короткого замыкания. Номинальный режим работы трансформатора.		20
Тема 3. Машины постоянного тока. Устройство электрических машин постоянного тока. Щеточно - коллекторный узел и его роль при работе машины в режимах двигателя и генератора. Генераторы и двигатели постоянного тока. Классификация двигателей постоянного тока. Двигатели с параллельным (шунтовое), с последовательным (сериесные), со смешанным		15

возбуждениями. Машины с постоянными магнитами. Управление двигателями постоянного тока. Различные режимы двигателей постоянного тока. Тяговые двигатели. Универсальные коллекторные двигатели	Д. Ф. Устинова, 2014 (1,3)	
Тема 4. Асинхронные двигатели. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя Электромагнитный момент и механическая характеристика асинхронного двигателя. Регулирование асинхронных двигателей. Рабочие характеристики и ненормальные режимы работы асинхронного двигателя. Однофазные и двухфазные асинхронные двигатели Индивидуальное домашнее задание №2. "Расчет основных параметров и характеристик трехфазных асинхронных двигателей"		16
Итого по разделу 2		76
Раздел 3. Основы силовой электроники Электромагнитная совместимость электронных устройств.		
Тема 1. Полупроводниковые материалы и элементы: Диоды, транзисторы, тиристоры, нелинейные полупроводниковые элементы: варисторы, варикапы, терморезисторы, фоторезисторы	Ю. Н. Мустафаев. . Электротехника и электроника: Санкт-Петербург: Изд-во БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2023 (11, 12) В. А. Прянишников. . Электроника: СПб.: КОРОНА-Век, 2010 (все)	5
Тема 2. Элементная база со временных электронных устройств, источники вторичного электропитания. Принципы построения выпрямителей и источников вторичного электропитания. Силовые электронные устройства.	М. В. Гальперин. . Электронная техника: Москва: Форум, 2019 (все) П. А. Галайдин, Ю. Н. Мустафаев. . Моделирование электронных схем в пакете Multisim: СПб.БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова, 2016 (все) А. И. Белоус, С. А. Ефименко, А. С. Турцевич. .	5
Тема 3. Электрические измерения и приборы	Полупроводниковая силовая электроника: М.: Техносфера, 2018 (все)	6
Тема 4. Электромагнитная совместимость электронных приборов.	Г. Г. Шишкин, А. Г. Шишкин. . Электроника: Москва: Юрайт, 2019 (все)	4
Итого по разделу 3		20

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств, позволяющие оценить результаты обучения по данной дисциплине, включают в себя:

- диагностическая работа
- домашнее задание;
- вопросы к зачету;
- лабораторная работа;
- отчет по ЛР;
- вопросы к экзамену;
- собеседование;
- экзамен;
- зачет.

Критерии оценивания

Диагностическая работа

Диагностическая работа проводится в форме теста в ЭИОС Moodle:

- при правильном ответе менее чем на 60% вопросов - не аттестация;
- при правильном ответе на 60% вопросов и более - аттестация.

Домашнее задание

Индивидуальные варианты домашнего задания для студентов выставляется в moodle.voenmeh.ru и отправляется каждому студенту по корпоративной электронной почте. Домашнее задание №1. РАСЧЕТ УСТАНОВИВШЕГОСЯ ПРОЦЕССА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА С ОДНИМ ИСТОЧНИКОМ ЭДС

Содержание задания

1. Рассчитать все переменные токи и напряжения следующими методами в комплекс-ной форме:

- по законам Кирхгофа;
- методом эквивалентных преобразований;

Сравнение результатов, полученных разными методами.

2. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.

3. Проверить баланс мощностей.

4. Определить показания амперметра, вольтметра и ваттметра.

Домашнее задание №2. РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ХАРАКТЕРИСТИК ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

Содержание задания:

1. Рассчитать номинальные параметры двигателя, не указанные в паспортных данных, а именно: номинальное скольжение $s_{ном}$, частоту тока в роторе $f_{р}$, номинальный момент $M_{ном}$, номинальный фазный ток $I_{ном}$ и соответствующие ему значения линейных токов для случаев включения двигателя по схеме «треугольник» и по схеме «звезда».

2. Определить максимальный $M_{мах}$ и пусковой $M_{п}$ моменты, критическое скольжение $s_{кр}$ и соответствующую ему критическую скорость вращения $n_{кр}$, абсолютный и относительный запасы устойчивости по скорости.

3. Рассчитать параметры двигателя для ненормальных режимов, а именно:

3.1 Определить скольжение s , скорость вращения n , мощность на валу P в абсолютных и относительных (по отношению к номинальным) единицах при заданных изменениях момента нагрузки и номинальном напряжении питания.

3.2 Определить максимальный $M_{мах}$ и пусковой $M_{п}$ моменты, перегрузочную способность $M_{мах}/M_{ном}$, скольжение s , частоту вращения n , мощность на валу при заданных изменениях напряжения питания и номинальном моменте нагрузки.

Все расчёты должны сопровождаться пояснениями, отражающими физические процессы, происходящие в двигателе.

4. По результатам расчётов построить семейства механических характеристик $n(M)$ и $M(s)$ для номинального и для измененных согласно заданию напряжений питания.

5. Сформулировать краткие выводы по полученным результатам.

Домашние задания приведены в пособии:

"Электротехника: домашние и курсовые задания [для вузов] / БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д. Ф. Устинова ; ред. П. А. Галайдин; сост. А. П. Лысенко [и др.]. - Изд. 2-е, испр. - СПб.: [б. и.], 2007".

Домашнее задание выполняется в соответствии с требованиями приведёнными в методическом пособии.

Критерии оценивания правильности выполненного домашнего задания:

- правильное составление системы уравнений для расчета токов в ветвях на основании законов Кирхгофа;
- последовательность определения токов в ветвях методом эквивалентных преобразований и сравнение полученных результатов с классическим методом расчета;
- построение векторной диаграммы;
- проверка баланса мощностей;

При правильном выполнении всех пунктов домашнего задания, аккуратном оформлении работы и способностью анализировать и отвечать на вопросы, связанные по расчету заданного в домашнем задании электрической цепи, студент получает максимальный балл, предусмотренный в технологической карте.

Основаниями для снижения оценки за выполненное домашнее задание могут являться низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба векторов, отсутствие указания единиц измерения на графиках).

Вопросы к зачету

Список вопросов для подготовки к зачету выложен в УМК и размещен в ЭИОС moodle.voenmeh.ru

Лабораторная работа

Допуск к выполнению ЛР происходит, при условии наличия у студента печатной или рукописной версии титульного листа отчета по лабораторной работе и составленных таблиц для занесения результатов измерений и проверки подготовленности студента к выполнению работы (В виде ответа на вопросы, связанные с конкретной лабораторной работой).

Отчет по ЛР

Отчет по лабораторной работе представляется в печатном (рукописном) виде в формате, предусмотренном шаблоном отчета по лабораторной работе. Содержание отчета по лабораторной работе должно отвечать требованиям, которые приведены в лабораторном практикуме с описанием данной работы. Отчет по лабораторной работе должен содержать также ответы на контрольные вопросы. Защита отчета проходит в форме доклада студента по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформленный отчет и выступление студента во время защиты правильно отражают суть теоретических и практических аспектов работы, студент получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения оценки являются низкое качество графического материала (неверный выбор масштаба чертежей, отсутствие указания единиц измерения на графиках), Отчет не может быть принят и подлежит доработке в случае:

- отсутствия необходимых разделов;
- отсутствия необходимого графического материала;
- некорректной обработки результатов измерений;
- некорректного составления графиков;
- отсутствия ответов на контрольные вопросы.

Вопросы к экзамену

Список вопросов для подготовки к экзамену выложен в УМК и размещен в ЭИОС moodle.voenmeh.ru

Собеседование

Во время защиты выполненных домашних заданий проводится собеседование по последовательности решения поставленной задачи и о методиках применяемых студентами математических аппаратов.

Экзамен (семестр 4)

Студент имеет право на получение оценки во время промежуточной аттестации по результатам текущего контроля без прохождения аттестационных испытаний в соответствии с

накопленными баллами в соответствии утвержденной технологической карте.

В случае недобора студентом нужного количества баллов или желания повысить оценку по дисциплине согласно технологической карте, то ему необходимо сдать письменно экзамен. В билете два теоретических вопроса.

Критерии оценивания знания студентов при сдаче экзамена:

1. «Отлично» (5) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
2. «Хорошо» (4) – оценка соответствует повышенному уровню и выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос или выполнении заданий, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
3. «Удовлетворительно» (3) – оценка соответствует пороговому уровню и выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, демонстрирует недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
4. «Неудовлетворительно» (2) – оценка выставляется обучающемуся, который не достигает порогового уровня, демонстрирует непонимание проблемы, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы.

Зачет (семестр 3)

Зачет за первую половину курса выставляется на основании выполнения и защиты студентом лабораторных работ, домашних заданий и сдачи диагностических работ согласно технологической карте.

Если студент не набрал минимальное количество баллов (60%), тогда он сдает устный (возможен и письменный вариант) зачет. Для зачета студенту задается два вопроса из списка вопросов, которые входят в состав УМК дисциплины и размещаются в moodle.voenmeh.ru. От студента требуется понимание сущности заданного вопроса, и преподаватель для уточнения понимания может задавать наводящие вопросы. Если студент ответил хотя бы на один вопрос корректно, то он получает оценку "зачтено" по дисциплине. Если он отказался от ответа, то выставляется оценка "не зачтено"

Паспорт фонда оценочных средств

КУРС	СЕМЕСТР	Наименование разделов и дидактических единиц	ВСЕГО	Аудиторные занятия в контактной форме				Самостоятельная работа студентов	Формируемая компетенция, %	НАИМЕНОВАНИЕ ОЦЕНОЧНОГО СРЕДСТВА
				ВСЕГО	Лекции	Лабораторный практикум	Практические занятия		ОПК-2	
2	3	Раздел 1. Расчет электрических цепей постоянного и переменного токов.	108	12	4	4	4	96	40	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Домашнее задание, Вопросы к зачету
Всего за 3 семестр			108	12	4	4	4	96	40	
2	4	Раздел 2. Электрические машины.	87.5	11.5	3.5	4	4	76	50	Лабораторная работа, Отчет по ЛР, Вопросы к экзамену, Домашнее задание
2	4	Раздел 3. Основы силовой электроники Электромагнитная совместимость электронных устройств.	20.5	0.5	0.5	0	0	20	10	Отчет по ЛР, Собеседование
Всего за 4 семестр			108	12	4	4	4	96	60	
Всего по дисциплине			216	24	8	8	8	192	100	

ОПК-2 - Способен формулировать задачи профессиональной деятельности на основе знаний профильных разделов математических и естественнонаучных дисциплин (модулей)

№ 1 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Пять одинаковых резисторов соединили последовательно. Как изменится ток, если эти резисторы соединить параллельно?

1. ток не изменится
2. ток увеличится в 25 раз
3. ток увеличится в 5 раз
4. ток уменьшится в пять раз

№ 2 Прочитайте текст и запишите развернутый обоснованный ответ

Реальная катушка с активным сопротивлением $R=10$ Ом и индуктивностью $L=0,05$ Гн подключена к источнику синусоидального напряжения частотой $f=50$ Гц и номинальным напряжением 114 В. Вычислите полное сопротивление катушки.

Ответ округлять до одной единицы после разделителя. Указать единицы измерения.

№ 3 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

На комплексной плоскости вектор напряжения направлен вверх, а вектор тока направлен горизонтально влево. Предложенная векторная диаграмма соответствует:

- 1 индуктивности
- 2 ёмкости
- 3 резистору
4. последовательному соединению резистора и индуктивности

№ 4 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Укажите правильные пути достижения резонанса напряжений.

- | | |
|-------------------------------|------------|
| 1. Изменяя входное напряжение | A) 1, 2, 3 |
| 2. Изменяя L | B) 1, 4, 5 |
| 3. Изменяя C | C) 2, 3, 4 |
| | D) 2, 4, 5 |
| 4. Изменяя R | E) 2, 3, 5 |
| 5. Изменяя f | |

№ 5 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

Реверсирование двигателя постоянного тока осуществляется:

- 1) изменением полярности приложенного к ротору напряжения;
- 2) изменением полярности приложенного к статору напряжения;
- 3) изменением полярности приложенных к ротору и статору напряжений;
- 4) включением пускового реостата в цепь ротора;
- 5) изменением тока в обмотке статора;
- 6) изменением числа обмоток ротора

№ 6 Прочитайте текст, выберите правильные ответы и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответов

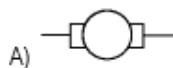
Какие утверждения справедливы для трехфазной системы при соединении нагрузки звездой?

- 1) линейный ток равен фазному;
- 2) линейный ток равен сумме (разности) трех фазных токов;
- 3) линейное напряжение равно фазному;
- 4) линейное напряжение равно разности двух фазных напряжений.

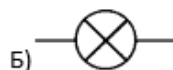
№ 7 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между названием перечисленных электроизмерительных приборов и измеряемыми параметрами

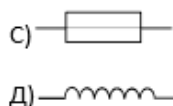
1
Гальванический
элемент



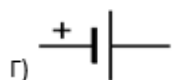
2 Катушка
индуктивности



3
Электрический
двигатель



4
Предохранитель



5 Лампа
накаливания

№ 8 Прочитайте текст и установите последовательность

Какую последовательность необходимо соблюдать для подключения синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением к трёхфазной сети;

- 1 Подать питание на обмотки якоря.
- 2 Обеспечить равенства напряжений на зажимах генератора и сети.
- 3 Обеспечить равенства частоты генератора и сети.
- 4 Обеспечить нулевой фазовый сдвиг между напряжением сети и генератора.
- 5 Обеспечить последовательность чередования фаз сети и синхронного генератора.

№ 9 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы,

обосновывающие выбор ответа

Чем отличается активный двухполюсник от пассивного?

- 1 наличием источника электрической энергии
- 2 отсутствием потерь энергии
- 3 наличием накопителей электрической энергии
- 4 отсутствием накопителей электрической энергии
- 5 наличием преобразователей электрической энергии
- 6 отсутствием преобразователей электрической энергии

№ 10 Прочитайте текст, выберите правильный ответ и запишите аргументы, обосновывающие выбор ответа

Какой режим в электрической цепи называют резонансом?

- 1 когда напряжение опережает ток
- 2 когда напряжение отстаёт от тока
- 3 когда КПД равен нулю
- 4 когда КПД равен максимален
- 5 когда фазовый сдвиг между напряжением и током равен нулю
- 6 когда фазовый сдвиг между напряжением и током равен π

№ 11 Прочитайте текст и установите соответствие

Установите соответствие между наименованием закона и его математической формулировкой

1 первый
закон
Кирхгофа

2 второй
закон
коммутации

3 второй
закон
Кирхгофа

4 первый
закон
коммутации

а) $\sum_{k=1}^n I_k = 0$

б) $\sum_{k=1}^n E_k = \sum_{k=1}^n I_k \cdot r_k$

в) $u_C(0_-) = u_C(0_+)$

г) $i_L(0_-) = i_L(0_+)$

№ 12 Прочитайте текст и установите последовательность

Формулируйте закон Ома для участка цепи

- 1 сопротивлению проводника R
- 2 согласно закону Ома для участка цепи
- 3 и обратно пропорциональна
- 4 сила тока I прямо пропорциональна
- 5 приложенному напряжению U

