



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника и основы промышленной электроники

Кафедра физики конденсированного состояния и наносистем

Направление:

**18.03.02 энерго- и ресурсосберегающие процессы в
химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**

Профиль подготовки:

Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

Уровень высшего образования:

Бакалавриат

Форма обучения:

Очная

Статус дисциплины:

вариативная

Махачкала, 2017год

Рабочая программа дисциплины «**Электротехника и основы промышленной электроники**» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС+ ВО по направлению подготовки 18.03.02- «**энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии**» (уровень: бакалавриат), профиль подготовки: Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов.

Разработчик(и): кафедра физики конденсированного состояния и наносистем, д.ф.-м.н., профессор Хамидов М.М.

Рабочая программа дисциплины одобрена: на заседании кафедры физика конденсированного состояния и наносистем от «25» марта 2017г., протокол №7.

/ Зав. кафедрой _____ Рабаданов М.Х.

На заседании Методической комиссии физического факультета от «30» марта 2017г, протокол №7.

Председатель _____ Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением
« 03.04 _____ 2017г. _____ Гасангаджиева А.Г.

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Электротехника и основы промышленной электроники» входит в профессиональную часть образовательной программы *бакалавриата* по направлению 18.03.02- энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Дисциплина реализуется на химическом факультете кафедрой ФКСиН. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с основами электротехники и промышленной электроники. Рассмотрены основные законы постоянного и переменного токов и методы расчета параметров различных электрических и магнитных цепей. Излагаются теоретические основы и принципы работы базовых элементов промышленной электроники.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника:

общепрофессиональных: ОПК–2

профессиональных: ПК–7, ПК–17, ПК–18.

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

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме – контрольная работа и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Се- мест р	Учебные занятия						СРС, в том числе экза- мен	Форма проме- жуточной атте- стации (зачет, дифференци- рованный за- чет, экзамен
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все- го	из них						
Лек- ции		Лабора- торные занятия	Прак- тиче- ские за- нятия	КСР	кон- суль- тации			
Все- го	76	16	18			4	38	зачет

1. Цели освоения дисциплины Курс «Электротехника и основы промышленной электроники» вводится для бакалавров, специализирующихся по образовательной программе 18.03.02 энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Целью дисциплины является изучение основных законов цепей постоянного, переменного токов и магнитных цепей, а так же физических основ и особенности работы вакуумных, газовых и твердотельных элементов электроники. К завершению курса бакалавр должен уметь вычислить параметры различных электрических и магнитных цепей и владеть принципами работы простых электронных приборов

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Электротехника и основы промышленной электроники» относится к дисциплинам по выбору части профессионального цикла ООП. Данная дисциплина призвана выработать профессиональные компетенции, связанные способностью использовать теоретические знания в области основ электротехники, магнетизма, электроники для решения конкретных практических задач на примере.

Бакалавр, изучающие данную дисциплину, должны иметь сведения и базовые знания о законах в цепях постоянного и переменного токов, должны знать основные методы расчета параметров электрических цепей. Должны иметь знания о физических основах и принципах работы различных элементов электроники и микроэлектроники.

1.3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля):

1) *общепрофессиональными:*

- умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2)

2) *профессиональными:*

- готовность осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в налаживании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств (ПК-7);

- способность участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий (ПК-17);

- способность проектировать отдельных узлов (аппараты) и использование автоматизированных прикладных систем (ПК-18).

В результате изучения дисциплины специалист должен:

- **получить представление** методах генерации постоянного и переменного токов
- **знать** основы физики процессов протекающих в цепях постоянного и переменного токов, в электронных приборах основанных на использовании различных эффектов в вакууме, в газах и в твердотельной электронике
- **уметь** использовать различные методы для расчета параметров электрических цепей постоянного и переменного токов;
- приобрести навыки работы с приборами промышленной электроники.

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

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
ОПК-2	- <i>умение</i> использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • основные законы постоянного и переменного токов • физические основы работы электронных приборов • методы расчета электротехнических цепей. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • пользоваться методами расчета и конструирования электронных цепей и электронных устройств; • применять полученные знания при решении задач, на выступлениях, на семинарских занятиях; • применять полученные теоретические знания при решении конкретных задач по электротехнике и электронике; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами расчета и анализа электрических

		<p>цепей постоянного и переменного токов</p> <ul style="list-style-type: none"> • навыками решения задач, связанных с электроникой
ПК-7	<p>готовность осваивать и эксплуатировать новое оборудование, принимать участие в наладке, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных средств</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • устройство, структуру и принцип работы электротехнического оборудования; • базовые теоретические знания фундаментальных разделов общей физики; • методы обработки и анализа информации в области физики электронных процессов <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • понимать, излагать и критически анализировать базовую информацию в области электротехники и промышленной электроники; • использовать базовые теоретические знания фундаментальных разделов электротехники для решения задач, связанных с электрооборудованием и электроникой ; • пользоваться теоретическими основами, основными понятиями, законами процессов, протекающих в электротехническом и электронном оборудовании. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методикой ремонта и проверки технического состояния оборудования и программных средств; • методами работы с новым автоматизированными техническими системами производства. • владеть навыками управления современными автоматизированными техническими системами производства

ПК-17	<p>способность участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • различные стадии технологических процессов; • принципы проектирования отдельных производственных этапов и их особенностей • Принцип работы и управления современными технологическими процессами <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно формулировать конкретные задачи проектирования с помощью современной аппаратуры, оборудования, информационных технологий с использованием новейшего отечественного и зарубежного опыта • генерировать идеи по улучшению и изменению технологий конструктивных особенностей отдельных технологических участков и элементов, <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • техникой проектирования производственных процессов • методами расчетов параметров технологических элементов, • Экспресс анализом, полученных результатов • владеть знаниями, необходимыми для решения опытно- конструкторских задач
ПК-18	<p>способность проектировать отдельных узлов(аппараты) и использование автоматизированных прикладных систем</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> • принцип работы и устройства автоматизированных систем управления; • назначение отдельных узлов автоматизированных прикладных систем <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> • самостоятельно формулировать конкретные задачи проектирования с использованием современных автоматизированных прикладных систем улучшить и изменить отдельных технологических процессов и элементов, с использованием современных автоматизированных прикладных систем <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • методами работы с современными автоматизированными прикладными системами • методами расчетов параметров технологических элементов и отдельных узлов • навыками проектирования отдельных производственных автоматизированных узлов и аппаратов

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 7 академических часов.

5. УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

№ п/п	Разделы (модули) дисциплины и темы занятий	Количество часов (очная форма обу- чения)				Способы текущего кон- троля	Коды формируемых компетенций
		о	ω	Лабораторные	Сам. работы		
1. Электрические цепи							
1	Введение. Общие сведения о произ- водстве, передаче, распределении и потреблении электрической энергии. Законы электрических цепей по- стоянного тока. Основы элект- робезопасности.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ОПК-2, ПК- 7
2	Основы электрических измерений тока, напряжения и мощности. Мето- ды расчета электрических цепей.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ОПК-2, ПК- 7
3	Однофазные электрически цепи. Ре- зонанс напряжений и токов.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР,	ОПК-2, ПК- 7
4	Общие сведения о трехфазных элект- рических цепях.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ОПК-2, ПК- 7
5	Устройство, принцип действия, ос- новные характеристики трансформа- торов. Автотрансформаторы, измери- тельные и сварочные трансформа- торы.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ОПК-2, ПК- 7 ПК-17 ПК-18

6	Устройство, принцип действия, основные характеристики электрических машин постоянного и переменного тока.	14	2	4	8	Тесты, защита ЛР	ОПК-2, ПК-7, ПК-17 ПК-18
7	Элементная база электронных устройств: диоды и транзисторы. Общие сведения о выпрямителях, транзисторных и операционных усилителях.	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ПК-17 ПК-18
8	Элементы и устройства цифровой техники: логические элементы, триггеры, регистры, счетчики импульсов и	8	2	2	4	Тесты, защита ЛР	ПК-17 ПК-18
	ВСЕГО	70	16	18	36		
	Подготовка и сдача зачета				2		
	ИТОГО	70	16	18	38		

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Лекционный курс

Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела	Всего часов
1. <i>Электрические цепи</i>	1.1 Введение. Общие сведения о производстве, передаче, распределении и потреблении электрической энергии. Законы электрических цепей постоянного тока. Основы электробезопасности.	2
	1.2 Основы электрических измерений тока, напряжения и мощности. Методы расчета электрических цепей.	2
	1.3 Однофазные электрические цепи. Резонанс напряжений и токов.	2
	1.4 Общие сведения о трехфазных электрических цепях.	2
2. <i>Электромагнитные устройства и электрические машины</i>	2.1 Устройство, принцип действия, основные характеристики трансформаторов. Автотрансформаторы, измерительные и сварочные трансформаторы.	2
	2.2 Устройство, принцип действия, основные характеристики электрических машин постоянного и переменного тока.	2

3. Основы электроники	3.1 Элементная база электронных устройств: диоды и транзисторы. Общие сведения о выпрямителях, транзисторных и операционных усилителях.	2
	3.2 Элементы и устройства цифровой техники: логические элементы, триггеры, регистры, счетчики импульсов и др.	2
ИТОГО		16

6.2 Перечень лабораторных работ

№ п /п	Наименование лабораторных работ	Всего часов
1	Исследование сложных цепей постоянного тока. Методы расчета цепей постоянного тока. Проверка закона Ома.	4
2	Исследование цепи переменного тока с последовательно соединенными активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями. Резонанс напряжений	4
3	Изучение мощности переменного тока и сдвига фазы между током и напряжением	4
4	Изучение принципа работы полупроводниковых приборов (диода, триода и.д.)	6
всего		18

6.3 Примерная тематика курсовых проектов (работ)

«Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен»

6.4 Самостоятельная работа студента

№ п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды СРС	Всего часов	Коды формируемых компетенций

1	5	Электрические цепи	- самоподготовка к занятиям; - оформление отчетов по результатам лабораторных работ; - выполнение индивидуальных домашних заданий 1, 2, 3; - тестовый самоконтроль знаний	4 4 4	ОПК-2, ПК-7
2	5	Электромагнитные устройства и электрические машины	- самоподготовка к занятиям; - оформление отчетов по результатам лабораторных работ; - выполнение индивидуального домашнего задания 4; - тестовый самоконтроль знаний	4 4 2 2	ОПК-2, ПК-7 ПК-17
3	5	Основы электроники	- самоподготовка к занятиям; - оформление отчетов по результатам лабораторных работ; - тестовый самоконтроль знаний	4 4 2	ПК-17, ПК-18
ИТОГО				38	ОПК-2, ПК-7, ПК-17, ПК-18

7. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «**Электротехника и основы промышленной электроники**» применяются следующие образовательные технологии:

- Интерактивное обучение (презентации, моделирование и симуляция процессов и объектов).
- Внеаудиторная самостоятельная работа студентов.
- Промежуточная аттестация знаний студентов.

Для освоения дисциплины используются электронные базы учебно-методических ресурсов, электронные библиотеки.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, с использованием современных информационных технологий обучения и демонстрации в учебном процессе составляет не менее 70% лекционных занятий.

Основными видами образовательных технологий с применением, как правило, компьютерных и технических средств, учебного и научного оборудования являются:

1. Информационные технологии.
2. Проблемное обучение.
3. Индивидуальное обучение.
4. Междисциплинарное обучение.
5. Опережающая самостоятельная работа.

Для достижения определенных компетенций при изучении дисциплины «**Электротехника и основы промышленной электроники**» используются следующие формы организации учебного процесса: лекция (информационная, проблемная, лекция-визуализация, лекция-консультация и др.), практическое занятие, семинар, лабораторные работы, самостоятельная работа, консультация. Допускаются комбинированные формы проведения занятий, такие как лекционно-практические занятия.

Преподаватель самостоятельно выбирают наиболее подходящие методы и формы проведения занятий из числа рекомендованных и согласуют выбор с кафедрой.

Реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий и организации внеаудиторной работы (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбора конкретных ситуаций, психологических и иных тренингов) с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Интерактивное обучение - метод, в котором реализуется постоянный мониторинг освоения образовательной программы, целенаправленный текущий контроль и взаимодействие (интерактивность) преподавателя и студента в течение всего процесса обучения.

Самостоятельная работа организована в соответствии с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

1. самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
2. поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Промежуточный контроль.

В течение семестра студенты выполняют:

- промежуточные тестовые контрольные работы во время практических занятий для выявления степени усвоения пройденного материала;

выполнение итоговой контрольной работы в виде тестирования, охватывающих базовые вопросы курса: в конце семестра.

Итоговый контроль.

Зачет в конце 5 семестра, включающий проверку теоретических знаний и умение решения по всему пройденному материалу.

Изучать дисциплину рекомендуется по темам, предварительно ознакомившись с содержанием каждой из них по программе учебной дисциплины. При первом чтении следует стремиться к получению общего представления об изучаемых вопросах, а также отметить трудные и неясные моменты. При повторном изучении темы необходимо освоить все теоретические положения, математические зависимости и выводы. Для более эффективного запоминания и усвоения изучаемого материала, полезно иметь

рабочую тетрадь (можно использовать лекционный конспект) и заносить в нее формулировки законов и основных понятий, новые незнакомые термины и названия, формулы, уравнения, математические зависимости и их выводы, так как при записи материал значительно лучше усваивается и запоминается.

Предполагается самостоятельная работа студентов при подготовке к практическим. Кроме того самостоятельная работа предполагает самоподготовку к семинарам и контрольным работам, а также к зачету. Самостоятельная работа должна проходить в 4 этапа:

1. Изучение рекомендованной литературы
2. Поиск в Интернете дополнительного материала
3. Подготовка к контрольному тестированию
4. Подготовка к зачету

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

Фонды оценочных средств (контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, зачета; тесты и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся) для проведения текущего, промежуточного и итогового контроля успеваемости и промежуточной аттестации имеются на кафедре. Они также размещены на образовательном сервере Даггосуниверситета (по адресу: <http://edu.dgu.ru>), а также представлены в управление качества образования ДГУ.

Уровень освоения учебных дисциплин обучающимися определяется следующими оценками: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценки «отлично» заслуживает обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.

Оценки «хорошо» заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.

9.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

ОПК-2

Схема оценки уровня формирования компетенции *«способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности приме-*

нять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования» (приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Систематизированное представление электрических и магнитных процессах протекающих в различных электротехнических цепях постоянного и переменного токов.	Ознакомлен с основными законами постоянного и переменного токов и физическими основами работы электронных приборов.	Показывает знание основных явлений в цепях постоянного и переменного токов и физических основ работы электронных приборов.	Демонстрирует четкие знания методов расчета параметров электрических цепей и особенностей работы современных электронных приборов промышленного назначения

ПК-7

Схема оценки уровня формирования компетенции «готовностью осваивать новое оборудование, принимать участие в наладивании, технических осмотрах, текущих ремонтах, проверке технического состояния оборудования и программных систем» приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовл - но	Хорошо	Отлично
Пороговый	Способность выбирать и реализовывать на практике методику наладивания, технического осмотра, текущего ремонта, проверки технического состояния оборудования и программных систем	Иметь представление об основных принципах устройств конструкции и работы современных электронных приборов	Хорошо ориентироваться и знать методику технического обслуживания и ремонта промышленной электроники	Отлично знать и владеть промышленной электроникой и аргументированно выбирать и методику и направление ремонта и проверки технического состояния оборудования и программных систем

ПК-17

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность участвовать в проектировании отдельных стадий технологических процессов с использованием современных информационных технологий» приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Пороговый	Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике методику экспериментального исследования оптических и фотоэлектрических параметров полупроводников.	Иметь представление об основных технологических процессах и особенностях современных информационных технологий	Хорошо ориентироваться в современных технологических процессах и методиках использования современных информационных технологий	Отлично знать и аргументированно выбирать и использовать современную информационную технологию отдельных стадиях технологических процессов
-----------	---	--	--	--

ПК-18

Схема оценки уровня формирования компетенции «способность проектировать отдельные узлы(аппараты) использованием автоматизированных прикладных систем» приводится содержание компетенции из ФГОС ВО)

Пороговый	Уметь проектировать и отдельных узлов(аппаратов) промышленных процессов и выбирать автоматизированных прикладных систем	Иметь представление об основных методах проектирования узлов и механизмов с использованием автоматизированных прикладных систем	Хорошо владеть методами проектирования различных автоматизированных узлов и систем промышленного назначения.	Отлично знать и аргументированно выбирать с использовать методику проектирования различных узлов и элементов работающихавтоматизировано с использованием современных прикладных систем и программ
-----------	---	---	--	---

9.2 Примерные вопросы при защите отчетов по лабораторным работам

- 1) Какие законы и правила преобразования электрических схем были использованы в расчетах? Приведите соответствующие формулы.
- 2) Перечислите особенности активно-емкостной нагрузки.
- 3) Укажите условия и следствия резонанса токов.
- 4) Объясните назначение нулевого провода.
- 5) Как определяются линейные токи при симметричной и несимметричной нагрузках, а также в аварийных ситуациях: при обрыве а) фазного, б) линейного проводов?
- 6) Объясните физический смысл коэффициента связи и назначение.
- 7) При какой нагрузке КПД трансформатора достигает максимального значения?
- 8) Почему внешняя характеристика трансформатора не параллельна оси абсцисс?
- 9) Проанализируйте механическую характеристику при пуске АД с короткозамкнутым ротором.
- 10) Почему максимальное значение выпрямленного напряжения меньше амплитуды входного напряжения?
- 11) Что произойдет при изменении полярности одного из диодов в схеме мостового выпрямителя?
- 12) Какое действие оказывают сглаживающие фильтры на амплитуду пульсаций выпрямленного напряжения?
- 13) Какие компоненты усилителя определяют значение коэффициента усиления?
- 14) Какова полярность входного напряжения $U_{вх}$ инвертирующего усилителя в сравнении с выходным напряжением $U_{вых}$

9.3 Примерный перечень вопросов к зачету по изучаемому курсу

Вопросы:

1. Понятия о системах электроснабжения.
2. Электрические цепи: основные понятия, способы соединения и правила эквивалентного преобразования.
3. Основные законы электротехники: Ома, Кирхгофа, Джоуля-Ленца, баланс мощности, мощность, работа, коэффициент полезного действия (КПД)

4. Параметры переменного тока: амплитудное, мгновенное, действующее значения тока (напряжения, ЭДС), период, частота, угловая частота, фаза.
5. Электрическая цепь с активным сопротивлением: схема, выражения для мгновенных значений тока и напряжения, векторная и волновая диаграммы, закон Ома, мощность цепи.
6. Электрическая цепь с индуктивным сопротивлением: схема, выражения для мгновенных значений тока и напряжения, векторная и волновая диаграммы, закон Ома, индуктивное сопротивление, мощность цепи.
7. Электрическая цепь с емкостным сопротивлением: схема, выражения для мгновенных значений тока и напряжения, векторная и волновая диаграммы, закон Ома, емкостное сопротивление, мощность цепи.
8. Электрическая цепь переменного тока со смешанной нагрузкой: схема и основные расчетные формулы.
9. Полное сопротивление цепи переменному току, треугольник сопротивлений.
10. Резонансные явления в цепях переменного тока (резонанс токов и напряжений): схемы, условие резонанса, ток (напряжение), сопротивление цепи, коэффициент мощности $\cos(\varphi)$ и практическое применение.
11. Назначение, устройство и принцип действия однофазного трансформатора.
12. Коэффициент трансформации, КПД и внешняя характеристика трансформатора.
13. Трехфазные трансформаторы: назначение, устройство, схемы соединений.
14. Автотрансформаторы: назначение, устройство, схемы, мощность.
15. Измерительные трансформаторы тока и напряжения: назначение, устройство, схемы и правила эксплуатации.
16. Назначение, области применения и устройство машин постоянного тока.
17. Генераторы постоянного тока (ГПТ): устройство, принцип действия и схемы возбуждения.
18. Диоды: назначение, устройство, условное обозначение, вольтамперная характеристика, основные параметры.
19. Транзисторы: назначение, типы, условные обозначения, схемы включения. Входные и выходные вольтамперные характеристики, основные параметры и работа транзистора.
20. Выпрямительные устройства: назначение, классификация, структура.
21. Однофазный однополупериодный выпрямитель: схема, временные диаграммы и основные параметры.
22. Однофазный двухполупериодный (мостовой) выпрямитель: схема, временные диаграммы и основные параметры.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

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

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

7.3. Типовые контрольные задания

1. Текущий и промежуточный контроль качества усвоения материала

Проверка качества усвоения знаний осуществляется в течение всего семестра, как в устной, так и в письменной форме.

2. Примерные тесты для текущего и промежуточного контроля

Вариант 1

1. Сила тока равна:

1) $J = qt$; 2) $J = q \cdot c$; 3) $J = \frac{dq}{dt}$; 4) $J = \frac{dq^2}{dt^2}$; 5) $J = dq^2 \cdot t$.

2. Мощность тока определяется по формуле:

1) $P = U^2 R$; 2) $P = \frac{U^2}{J}$; 3) $P = J \cdot U$; 4) $P = J^2 U$; 5) $P = J R^2$.

3. Полное сопротивление в последовательно соединены проводниках:

1) $R = \frac{1}{\sum_1^n R_2}$; 2) $R = \sum_1^n R_2$; 3) $\frac{1}{R} = \sum_1^n R_2$; 4) $\frac{1}{R} = \frac{1}{\sum_1^n R_2}$; 5) $R = \frac{\sum_1^n R_2}{n}$.

4. Емкость плоского конденсатора в диэлектрической среде:

1) $C = \varepsilon_o \frac{s}{\varepsilon d}$; 2) $C = \varepsilon \varepsilon_o \frac{s}{d}$; 3) $C = \varepsilon_o C_o$; 4) $C = \frac{C_o}{\varepsilon}$; 5) $C = \varepsilon \frac{s}{\varepsilon_o d}$.

5. Работа в магнитном поле:

1) $dA = J \cdot d\Phi$; 2) $A = F \cdot B$; 3) $dA = B dx$; 4) $A = d\Phi/ds$; 5) $A = \frac{\Phi}{R_o}$.

6. Закон Ома для простейшего цепи переменного тока содержащего только активное сопротивление R :

1) $J = \frac{U}{R}$; 2) $J_o = \frac{U_o}{R} \sin \omega t$; 3) $J_o = \frac{U}{R} \sin \omega t$; 4) $J = \frac{U_o}{R}$.

7. При резонансе токов:

- 1) сила тока неразветвленном участке возрастает;
- 2) сила тока в разветвленных участках равна нулю;
- 3) напряжение в цепи резко возрастает;
- 4) сила тока во всех участка равна нулю;
- 5) сила тока в неразветвленных участках равна нулю.

8. Активная средняя мощность в цепях переменного тока:

1) $P = J_o U_o$; 2) $P = \frac{J_o U_o}{2}$; 3) $P = \frac{J_{эм} U_{эм}}{2}$; 4) $P = J_{эм} R^2$; 5) $P = \frac{U^2}{R^2}$.

9. Коэффициент трансформации по току:

1) $k_{12} = \frac{J_1}{J_2} \approx \frac{\omega_2}{\omega_1}$; 2) $k_{12} = \frac{J_1}{J_2} \approx \frac{\omega_1}{\omega_2}$; 3) $k_{12} = \frac{J_2}{J_1} \approx \frac{\omega_2}{\omega_1}$; 4) $k_{12} = \frac{J_2}{J_1} \approx \frac{E_2}{E_1}$;
5) $k_{12} = \frac{J_1}{J_2} \approx \frac{E_1}{E_2}$.

10. Термоэлектронная эмиссия это:

- 1) упорядоченное движение электронов в электрическом поле;
- 2) выход электронов из объема металла на поверхность под действием электрического поля;
- 3) захват электронов металлом при нагреваний в электрическом поле;

- 4) выход электронов на поверхность из объема металла при нагревании;
 5) или что-то другое.

Вариант 2

1. Плотность тока:

1) $j = J \cdot S$; 2) $j = \frac{S}{J}$; 3) $j = \frac{q}{t}$; 4) $j = q \cdot t$; 5) $j = u \cdot t$.

2. Второй закон Кирхгофа:

1) $\sum_1^n \varepsilon_\eta = \sum_1^n J_\eta R_\eta$; 2) $\sum_1^n \varepsilon_\eta = 0$; 3) $\sum_1^n J_\eta R_\eta = U$; 4) $\sum_1^n U_\eta = 0$; 5) $\sum_1^n J_\eta = \sum_1^n \frac{U_\eta}{R_\eta}$.

3. Общее сопротивление при параллельном соединении и проводников:

1) $R = \sum_1^n R_\eta$; 2) $\frac{1}{R} = \frac{1}{\sum_1^n R_\eta}$; 3) $R = \frac{\sum_1^n R_\eta}{n}$; 4) $\frac{R}{n} = \sum_1^n R_\eta$; 5) $R = \frac{1}{\sum_1^n R_\eta}$.

4. Емкость плоского конденсата:

1) $C = \varepsilon_o \frac{s}{d}$; 2) $C = \varepsilon_o \frac{d}{s}$; 3) $C = \frac{s}{\varepsilon_o d}$; 4) $C = \frac{\varepsilon_o}{sd}$; 5) $C = \varepsilon_o s$.

5. На прямой проводник длиной ℓ в котором течет ток J в магнитном поле действует сила Ампера:

1) $\bar{F} = J \cdot \bar{B} \cos \alpha$; 2) $\bar{F} = J \cdot \bar{\ell} \cos \alpha$; 3) $\bar{F} = \bar{\ell} J \bar{B} \cos \alpha$; 4) $F = \frac{B}{\ell J}$; 5) $\bar{F} = \bar{B} \cdot \bar{\ell}$.

6. Действующее (эффективное) значение переменного напряжения равно:

1) $U_{\text{эф}} = \frac{U_o}{\sqrt{2}}$; 2) $U_{\text{эф}} = \frac{U_o}{2}$; 3) $U_{\text{эф}} = \frac{U_{m\eta}}{2}$; 4) $U_{\text{эф}} = J_o \cdot R$; 5) $U_{\text{эф}} = \frac{J_{\text{эф}}}{R}$.

7. Резонанс напряжений наблюдается в цепях переменных тока при:

1) $R = (\omega L - \frac{1}{\omega C})$; 2) $R \ll \omega L - \frac{1}{\omega C}$; 3) $\omega L - \frac{1}{\omega C} = 0$; 4) $\omega L = 0$; 5) $\frac{1}{\omega C} = 0$.

8. Мгновенная активная мощность в цепях переменного тока:

1) $P = J \cdot U \sin^2 \omega t$; 2) $P = \frac{U}{J} \cos \omega t \sin \omega t$; 3) $P = \frac{U^2}{R} \sin \omega t$;
 4) $P = J^2 \cdot R \sin \omega t$; 5) $P = J \cdot U \sin \omega t$.

9. Коэффициент трансформации:

1) $k_{12} = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{E_1}{E_2}$; 2) $k_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{E_1}{E_2}$; 3) $k_{12} = \frac{J_2}{J_1} = \frac{E_1}{E_2}$; 4) $k_{12} = \frac{J_2}{J_1} = \frac{E_2}{E_1}$;
 5) $k_{12} = \frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{J_2}{J_1}$.

10. Работа выхода эта:

- 1) энергия необходимая для выхода электрона из объема на поверхность;
 2) работа по перемещению заряда от катода до анода;
 3) энергия связи электрона с атомом;
 4) энергия электрона после выхода из объема металла;
 5) разность потенциалов между катодом и анода.

Вариант 3

1. Плотность тока:

$$1) \bar{j} = qn\bar{\mu}; \quad 2) \bar{j} = qn\bar{v}; \quad 3) \bar{j} = in\bar{v}; \quad 4) \bar{j} = qn\bar{l}; \quad 5) \bar{j} = qN\bar{v};$$

2. Закон Ома для полной цепи имеет вид:

$$1) J = \varepsilon R; \quad 2) \varepsilon = (U_1 + U_2)R; \quad 3) \varepsilon = JR; \quad 4) J = \frac{\varepsilon}{R}; \quad 5) J = \frac{\varepsilon}{R+r}.$$

3. Первый закон Фарадея для электролиза:

$$1) m = kq; \quad 2) q = km; \quad 3) m = k \frac{J}{t}; \quad 4) m = \frac{Jt}{k}; \quad 5) k = \frac{q}{m}.$$

4. Емкость конденсаторов при последовательном соединении:

$$1) t = \sum_1^n C_n; \quad 2) C = \frac{1}{\sum_1^n C_n}; \quad 3) C = C_1 + \frac{1}{C_2} + C_3 + \frac{1}{C_2} + \dots; \quad 4) C = \frac{\sum_1^n C_n}{n}; \quad 5) \frac{C}{n} = \frac{\sum_1^n C_n}{n^2}.$$

5. На заряд q имеющий скорость \bar{V} перпендикулярно линиям индукции магнитного поля \bar{B} действует сила Лоренца:

$$1) \bar{F}_l = q\bar{v}\bar{B}; \quad 2) \bar{F}_l = q\bar{B}; \quad 3) \bar{F}_l = \frac{q\bar{U}}{\bar{B}}; \quad 4) \bar{F}_l = \frac{q\bar{B}}{\bar{U}}; \quad 5) \bar{F}_l = \frac{\bar{U}\bar{B}}{q}.$$

6. Действующие (эффективное) значение переменного тока равно:

$$1) J_{\text{эф}} = \sqrt{2}J_o; \quad 2) J_{\text{эф}} = \frac{J_o}{\sqrt{2}}; \quad 3) J_{\text{эф}} = \frac{J_o}{2}; \quad 4) J_{\text{эф}} = \frac{J_o^2}{4}; \quad 5) J_{\text{эф}} = \frac{U_o}{R}.$$

7. При резонансе напряжений:

- 1) ток равен нулю;
- 2) ток достигает амплитудного значения;
- 3) ток резко возрастает;
- 4) напряжение равно нулю;
- 5) сопротивление равно нулю.

8. Коэффициент мощности в цепях переменного тока $\cos \varphi$:

$$1) \cos \varphi = \frac{\omega L}{z}; \quad 2) \cos \varphi = \frac{\omega C}{z}; \quad 3) \cos \varphi = \frac{R}{z}; \quad 4) \cos \varphi = \frac{\omega L + \omega C}{z}; \quad 5) \cos \varphi = \frac{\omega L + \frac{1}{\omega C}}{z}.$$

9. Коэффициент трансформации по напряжению:

$$1) k_{12} = \frac{U_1}{U_{20}}; \quad 2) k_{12} = \frac{U_{10}}{U_2}; \quad 3) k_{12} = \frac{J_1}{J_2}; \quad 4) k_{12} = \frac{U_1}{J_2}; \quad 5) k_{12} = \frac{J_1}{U_{20}}.$$

10. Статистический коэффициент выпрямления полупроводникового диода:

$$1) k_{n-см} = \frac{J_{np}}{J_{np}} = \frac{r_{обп}}{r_{np}}; \quad 2) k_{n-см} = \frac{J_{обп}}{J_{np}}; \quad 3) k_{n-см} = \frac{r_{np}}{r_{обп}}; \quad 4) k_{n-см} = \frac{J_{обп}}{J_{np}} = \frac{k_{np}}{k_{обп}}.$$

Вариант 4.

1. Напряженность электрического поля:

$$1) \bar{E} = \bar{F} \cdot q; \quad 2) \bar{E} = \frac{\varphi}{R}; \quad 3) \bar{E} = \frac{\bar{F}}{q}; \quad 4) E = U\bar{d}; \quad 5) \bar{E} = U \cdot \bar{r}.$$

2. Первый закон Кирхгофа имеет следующий вид

$$1) \sum_i^n J_i = 0; \quad 2) \sum_i^n J_i = \frac{U}{R}; \quad 3) \sum_i^n J_i \cdot R_i = 0; \quad 4) \sum_i^n E_i = JR; \quad 5) U = JR.$$

3. Второй закон Фарадея для электролиза:

$$1) K = \frac{Z}{A} C; \quad 2) \frac{Z}{A} = K \cdot \frac{1}{F}; \quad 3) K = \frac{A}{t} \cdot \frac{1}{F}; \quad 4) K = \frac{A}{Z} \cdot F; \quad 5) K = AZF.$$

4. Емкость конденсаторов при параллельном соединении:

$$1); \quad 2) \frac{1}{C} = \sum_1^n \frac{1}{C_i}; \quad 3) \frac{1}{C} = \frac{1}{\sum_1^n C_i}; \quad 4) C = \frac{\sum_1^n C_i}{n}; \quad 5) \frac{C}{n} = \sum_1^n C_i.$$

$$C = \sum_1^n C_i$$

5. ЭДС индукция равна:

$$1) \varepsilon_i = -\frac{dU}{dx}; \quad 2) \varepsilon_i = \frac{dU}{dx}; \quad 3) \varepsilon_i = J \cdot dt; \quad 4) \varepsilon = -\frac{d\Phi}{dx}; \quad 5) \varepsilon = \frac{d\Phi}{dx}.$$

6. Эффективные значения переменного тока и напряжения устанавливаются:

- 1) по равенству тепловых эффектов;
- 2) по равенству мгновенных значений тока и напряжения;
- 3) по равенству максимумов тока и напряжения;
- 4) по другим условиям.

7. Закон Ома для цепей переменного тока с последовательно соединенными R, L, C :

$$1) J_m = \frac{U_m}{RZC}; \quad 2) J_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}; \quad 3) J_m = \frac{U_m}{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}; \quad 4) J_m = \frac{U_m}{R}; \quad 5)$$

$$J_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + LC^2}}.$$

8. Средняя мощность переменного тока определяется по формуле

$$1) \langle P \rangle = \frac{1}{2} JU; \quad 2) P = JR; \quad 3) P = J^2 R; \quad 4) \langle P \rangle = JU \cos \varphi; \quad 5) P = J^2 \cos \varphi$$

9. Мощность трехфазной системы

$$1) P = 3J_\varphi \cdot U_\varphi \cdot \cos \varphi; \quad 2) P = \sqrt{3} J_\varphi U_\varphi; \quad 3) P = 3J_\lambda \cdot U_\lambda; \quad 4) P = \sqrt{3} J_\lambda U_\lambda; \quad 5) P = J_\lambda \cdot U_\lambda \cdot \cos \varphi.$$

10. Фотоэлемент – это:

- 1) элемент, у которого сопротивление растёт под действием света;
- 2) элемент, который меняет свой цвет на свету;
- 3) элемент, который вырабатывает ЭДС на свету;
- 4) элемент, который разлагается на свету;
- 5) элемент, который меняет свои механические свойства на свету.

Вариант 5

1. Напряжение между двумя точками электрического поля:

$$1) U = A \cdot q; \quad 2) U = \frac{q}{A}; \quad 3) U = q \cdot t; \quad 4) U = \frac{q}{t}; \quad 5) U = \frac{A}{q}.$$

2. Закон Ома для участка цепи:

$$1) J = RU; \quad 2) U = \frac{J}{R}; \quad 3) U = \frac{R}{U}; \quad 4) J = qt; \quad 5) J = \frac{U}{R}.$$

3. Проводимость электролитов равна:

1) $\sigma = q_+ n_+ v_+$; 2) $\sigma = q_+ n_+ v_+ + q_- n_- v_-$; 3) $\sigma = E(q_+ n_+ v_+ + q_- n_- v_-)$; 4) $\sigma = q_+ n_+ \mu_+ + q_- n_- \mu_-$; 5) $\sigma = q\mu(n_+ + n_-)$.

4. Энергия электрического поля:

1) $W = \frac{CJ^2}{2}$; 2) $W = \frac{CU^2}{2}$; 3) $W = \frac{C^2U}{2}$; 4) $W = \frac{CU}{2}$; 5) $W = C^2U$.

5. ЭДС самоиндукции:

1) $\varepsilon_i = -L \frac{dJ}{dt}$; 2) $\varepsilon_i = L \frac{dJ}{dt}$; 3) $\varepsilon_i = \frac{dU}{dt}$; 4) $\varepsilon_i = \frac{dJ}{dt}$; 5) $\varepsilon_i = -\frac{dJ}{dt}$.

6. Мгновенное значение силы синусоидального тока определяется по формуле:

1) $J = \sin(\omega t + \alpha)$; 2) $J = \frac{1}{J_o} \sin(\omega t + \alpha)$; 3) $J = J_o \sin(\omega t + \alpha)$; 4) $J = \frac{U}{R} \sin \omega t$; 5) $J = J_o \sin t$.

7. Закон Ома для цепей переменного тока содержащий C:

1) $J_o = \frac{U_o}{\frac{1}{\omega C}}$; 2) $J_o = U_o \frac{1}{\omega C}$; 3) $J_o = \frac{1}{\omega C} U_o \cos \omega t$; 4) $J_o = \frac{U_o}{\omega C}$; 5) $U = J_o \cdot R$.

8. Необходимое условие наблюдения резонанса напряжения:

1) $\cos \varphi = 0$; 2) $R_o^2 = \left(\omega L - \frac{1}{\omega C} \right)^2$; 3) $\operatorname{tg} \varphi = 0$; 4) $L\omega - \frac{1}{\omega C} \neq 0$; 5) $\operatorname{tg} \varphi = 1$.

9. При соединении трехфазной системы треугольником:

1) $U_\phi = U_\lambda$; $J_\phi = \frac{J_\lambda}{\sqrt{3}}$; 2) $U_\phi = \sqrt{3}U_\lambda$; $J_\phi = J_\lambda \sqrt{3}$; 3) $J_\phi = \frac{J_\lambda}{\sqrt{3}}$; $\frac{U_\phi}{\sqrt{3}} = U_\lambda$; 4) $U_\phi = U_\lambda$; $J_\lambda = J_\phi \sqrt{3}$.

10. Вольтметр измеряет:

- 1) мгновенное значение напряжения;
- 2) амплитудное значение напряжения;
- 3) среднее значение напряжения;
- 4) эффективное значение напряжения.

Вариант 6

1. Выражение для электрического сопротивления имеет вид:

1) $R = \rho \frac{s}{\ell}$; 2) $R = \frac{s}{\rho \ell}$; 3) $R = \frac{\ell s}{\rho}$; 4) $R = \rho \frac{\ell}{s}$; 5) $R = \rho \ell s$.

2. Закон Ома в дифференциальной форме имеет вид:

1) $\sigma = jE$; 2) $\bar{j} = \sigma \bar{E}$; 3) $j = \frac{J}{s}$; 4) $j = \ell n \bar{u}$; 5) $j = \ell n \mu$.

3. Закон Джоуля -Ленца:

1) $Q = JU^2 t$; 2) $Q = \frac{U^2}{J} t$; 3) $Q = \frac{Jt}{U^2}$; 4) $JU = Qt$; 5) $Q = \frac{JU}{t}$.

4. Электроемкость конденсатора равна:

1) $C = \frac{U}{J}$; 2) $C = \frac{J}{U}$; 3) $C = \frac{q}{u}$; 4) $c = uqt$; 5) $C = \frac{q}{J}$.

5. Магнитный поток определяется выражения:

1) $\Phi = \frac{J}{L}$; 2) $\Phi = LJ^2$; 3) $\Phi = LJ$; 4) $\Phi = JU$; 5) $\Phi = JB$.

6. Энергия магнитного поля:

$$1) W = \frac{LJ^2}{2}; \quad 2) W = \frac{L^2 J}{2}; \quad 3) W = LJ; \quad 4) W = L^2 J^2; \quad 5) W = \frac{L^2 J^2}{4}.$$

7. Закон Ома для цепи переменного тока содержащий только L :

$$1) J_o = \frac{U_o}{\omega L}; \quad 2) J_o = \omega L \cdot U_o; \quad 3) J_o = \frac{U}{\omega L} \cos \omega t; \quad 4) J = R \cdot U \sin \omega t; \quad 5) J = \frac{U}{R} \cos \omega t.$$

8. Полная мощность переменного тока S равна:

$$1) S = \sqrt{P+Q}; \quad 2) P-Q=S; \quad 3) S = P^2 + Q^2; \quad 4) S = \frac{P^2}{Q}; \quad 5) S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad 9.$$

При соединении трехфазной системы звездой:

$$1) U_\phi = U_l / \sqrt{3}; \quad J_\phi = J_l; \quad 2) U_\phi = U_l; \quad J_\phi = J_l; \quad 3) U_\phi = U_l / \sqrt{3}; \quad J_\phi = J_l / \sqrt{3}; \quad 4) U_\phi = U_l; \quad J_\phi = J_l / \sqrt{3}; \quad 5) U_\phi = \sqrt{3} U_l; \quad J_l = J_\phi.$$

10. Амперметр переменного тока измеряет:

1) мгновенный ток; 2) амплитудный ток; 4) эффективное значение тока

3) средний ток; 5) значение тока средний за период.

Итоговая аттестация

Зачет в конце дисциплины. Практические навыки определяются при выполнении физического практикума (текущий контроль): работа с измерительными инструментами и приборами; обработка результатов лабораторных работ и их анализ; решение прикладных задач; применение физических законов для объяснений природных процессов

Примерная оценка по 100 бальной шкале форм текущего и промежуточного контроля

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

Лекции - Текущий контроль включает:

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лекциях __ 15 __ бал.
- устный опрос, тестирование, коллоквиум __ 60 __ бал.
- и др. (доклады, рефераты) __ 15 __ бал.

Практика (р/з) - Текущий контроль включает: (от 51 и выше - зачет)

- посещение занятий __ 10 __ бал.
- активное участие на лабораторных занятиях __ 15 __ бал.
- выполнение домашних работ __ 15 __ бал.
- выполнение самостоятельных работ __ 20 __ бал.
- отчет лабораторных работ __ 40 __ бал.

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

<http://www.i-exam.ru>

<http://www.i-exam.ru/front>, ключ 61248ee659

ЭБС «Лань» – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>

ЭБС «Руконт» - Режим доступа: <http://rucont.ru/>

ЭБС «znanium» - Режим доступа: <http://www.znaniium.com/>

10. Материально — техническое обеспечение дисциплины.

Лаборатория электротехники и электроники, оборудованная учебными стендами с измерительными приборами (амперметры, вольтметры постоянного и переменного тока, фазометры, ваттметры, измерительные мосты, мультиметры, батареи конденсаторов, генераторы сигналов синусоидальной и прямоугольной формы, латры, полупроводниковые приборы различных типов и назначений, другое оборудование необходимой для осуществления образовательного процесса.

11. Рекомендуемая литература

Обязательная

1. Калашников А.С. Электричество. Изд. Энергия, Москва, 1986 г.
2. Серебряков А.С. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи с несинусоидальными периодическими напряжениями и токами: Конспект лекций. Изд.3-е, перераб. и доп.: – М.: МИИТ, 2009. – 99 с.
3. Касаткин, А.С. Электротехника: учебник для вузов /А.С.Касаткин, М.В. Немцов. 11-е изд. стер. - М.: Изд. Центр «Академия», 2007. - 544 с
4. Демирчян К. С., Нейман Л. Р., Коровкин Н. В. Теоретические основы электротехники. Учебник для вузов. 5-е изд. Том 2 – СПб.: Питер, 2010. – 432 с. (*ibooks*)

Дополнительная

1. Белецкий А.Ф. Теория линейных электрических цепей. – СПб.: "Лань", 2009. – 544 с. (*e.lanbook.ru*)
2. МАТНСАД и решение задач электротехники: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта/ А.С. Серебряков, В.В. Шумейко — М.: Маршрут, 2005. – 240 с.
3. Основы теоретической электротехники: учебное пособие/ Ю.А. Бычков — СПб.: Издательство «Лань», 2008. – 592 с. (печ. вар. + *e.lanbook.ru*)