

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Электротехника и электроника»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине **Б.1.1.10**

«Теоретические основы электротехники»

для направления подготовки **ЭЛЭТ**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль 3 - «Электрические и электронные аппараты»

форма обучения – очная

курс – 2

семестры – 3, 4

зачетных единиц - 12: 3 семестр - 6, 4 семестр - 6

часов в неделю – 12: 3 семестр – 6, 4 семестр – 6

всего часов – 432: 3 семестр – 216 час., 4 семестр – 216 час.

в том числе:

лекции: 3 семестр – 42 час., 4 семестр – 42 час.

коллоквиум – 3 семестр 12 час., 4 семестр – 12 час

практические занятия: 3 семестр – 18 час., 4 семестр – 18 час.

лабораторные занятия: 3 семестр – 36 час., 4 семестр – 36 час.

самостоятельная работа: 3 семестр – 108 час., 4 семестр – 108 час.

зачет – 3 семестр

экзамен – 4 семестр

РГР – 3 семестр

1. Цели и задачи дисциплины

Цель преподавания дисциплины:

теоретическая и практическая подготовка бакалавров – инженеров электрических специальностей в области электротехники и электроники в такой степени, чтобы будущие инженеры имели представления об основных электрических явлениях, происходящих в электрических цепях, принципах действия электронных схем, используемых в электроснабжении промышленных предприятий, методов расчета.

Задачи изучения дисциплины:

формирование у студентов необходимых знаний основных законов электротехники, методов расчета электрических цепей, принципов действия, свойств и потенциальных возможностей схем, изучение электромагнитных явлений в различных устройствах техники, усвоение современных методов анализа эл. цепей, магнитных цепей, а также электроизмерительных приборов.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

В представленной таблице дается описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ООП

| Дисциплина по учебному плану | | | Перечень вопросов (дидактических единиц) знания по которым необходимы для изучения дисциплины | Дисциплина, в рамках которой изучается | |
|------------------------------|-------------------------|--------------------|--|--|--------------------------|
| Шифр дисциплины | Наименование дисциплины | Трудоемкость (час) | | Шифр дисциплины | Наименование дисциплины* |
| Б.1.1.10 | ТОЭ | 432 | Алгебра: основные алгебраические структуры, векторные пространства и линейные отображения, геометрия: аналитическая геометрия, дифференциальная геометрия кривых и поверхностей, анализ: дифференциальное и интегральное исчисления, элементы теории функций и функционального анализа, теория функций комплексного переменного, дифференциальные уравнения; статистические методы обработки экспериментальных данных. | Б.1.1.5 | Высшая математика |
| | | | Электричество и магнетизм; электростатика и магнитостатика в вакууме и веществе, уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме, мате- | Б.1.1.7 | Физика |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| | | | риальные уравнения, квазистационарные токи, принцип относительности в электродинамике; явления сверхпроводимости, полупроводники, туннельный эффект; физика колебаний и волн; гармонический и ангармонический осциллятор, физический смысл спектрального разложения, кинематика волновых процессов, нормальные моды, интерференция и дифракция волн, операторы физических величин, системы заряженных частиц, физический практикум. | | |
|--|--|--|---|--|--|

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Выпускник должен обладать общепрофессиональными компетенциями (ОПК) в соответствии с Приказом ФГОС ВО Министерства образования и науки РФ, утвержденного от 03.09.2015г. № 955:

Общепрофессиональная компетенция (ОПК- 2):

- способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

Студент должен знать: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен уметь: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Студент должен владеть: навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Общепрофессиональная компетенция (ОПК- 3):

- способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей:

Студент должен знать: методы анализа и моделирования электрических цепей и устройств на их основе.

Студент должен уметь: использовать методы анализа и моделирования электрических цепей, проводить теоретический анализ и экспериментальные исследования основных видов электрических цепей и устройств на их основе, работать с системой автоматизированного анализа и проектирования электрических цепей.

Студент должен владеть: навыками использования методов анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей, средствами обработки и оценки погрешности результатов измерений.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

| № модуля | № недели | № темы | Наименование темы | Часы | | | | | |
|-----------------------|----------|--------|--|-------------|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | Всего часов | Лекции | Колл. | Лабор. занятия | Практ. занятия | Самост. работа |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Семестр 3 | | | | | | | | | |
| 1 | | 1 | Введение. Линейные цепи постоянного тока | 40 | 12 | | 8 | 4 | 16 |
| 2 | | 2 | Линейные цепи синусоидального тока. | 38 | 12 | | 8 | 4 | 14 |
| | | 3 | Индуктивно-связанные электрические цепи | 28 | 4 | | 6 | 2 | 16 |
| 3 | | 4 | Трехфазные цепи. | 32 | 4 | 4 | 8 | 2 | 14 |
| | | 5 | Цепи с несинусоидальными источниками питания | 30 | 4 | 4 | - | 2 | 20 |
| 4 | | 6 | Основы теории четырехполюсников | 32 | 4 | 2 | 6 | 2 | 18 |
| | | 7 | Фильтры | 16 | 2 | 2 | - | 2 | 10 |
| Итого по 3 сем | | | | 216 | 42 | 12 | 36 | 18 | 108 |
| Семестр 4 | | | | | | | | | |
| 5 | | 8 | Переходные процессы в эл. цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета | 42 | 12 | 2 | 6 | 6 | 16 |
| 6 | | 9 | Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме. | 24 | 4 | 2 | - | 2 | 16 |
| | | 10 | Нелинейные цепи постоянного и переменного тока | 38 | 6 | 4 | 12 | 2 | 14 |
| | | 11 | Магнитные цепи. | 20 | 2 | 2 | - | 2 | 14 |
| 7 | | 12 | Электростатическое поле. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. | 40 | 8 | 2 | 12 | 2 | 16 |
| | | 13 | Магнитное поле постоянных токов. | 30 | 6 | - | 6 | 2 | 16 |

| | | | | | | | | | |
|---|--|----|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 8 | | 14 | Переменное электро-магнитное поле. Ур-ние Максвелла. Плоская электромагнитная волна. | 22 | 4 | - | - | 2 | 16 |
| | | | Итого по 4 сем | 216 | 42 | 12 | 36 | 18 | 108 |
| | | | Итого: | 432 | 84 | 24 | 72 | 36 | 216 |

5. Содержание лекционного курса

| № те-мы | Всего часов | № лек-ции | Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции | Учебно-методическое обеспечение |
|------------------|-------------|-----------|--|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Семестр 3 | | | | |
| 1 | 12 | 1-6 | Введение. Линейные цепи постоянного тока. Линейные и нелинейные цепи. Источники эл. энергии. Эквивалентные схемы замещения. Основные 3-ны эл. цепей: 3-н Ома, 3-ны Кирхгофа, Джоуля-Ленца. Анализ эл. цепей пост. тока. Метод преобразования. Метод 3-нов Кирхгофа, метод узловых потенциалов, метод конт. токов. Принцип наложения. Метод наложения. Теорема взаимности. Входные и взаимные проводимости. Теорема компенсации. Теорема вариаций. 2-х полюсники: активные и пассивные. Теорема об эквивалентном генераторе. Метод эквивалентного генератора. Энергетический баланс. Передача энергии от активного двухполюсника на нагрузку. Графы электрических цепей. Топологические матрицы. Законы Кирхгофа в матричной форме. Табличный метод и метод узловых потенциалов с использованием графов и матриц. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 2 | 12 | 7-12 | Линейные цепи синусоидального тока. Действующие, средние значения синусоидальных э.д.с., токов, напряжений. Изображение синусоидальных функций времени комплексными числами и векторами. Законы Кирхгофа в комплексной форме. R,L,C в цепи переменного тока. Последовательное и параллельное соединение диссипативного и реактивного элементов. Полные сопротивления и проводимости. Активная, реактивная, полная и комплексная мощности. Измерение мощности ваттметром. Баланс активных и реактивных мощностей. Резонанс напряжений и токов. Энергетический смысл добротности. Дуальные цепи. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 3 | 4 | 13,14 | Индуктивно-связанные электрические цепи. Согласное, встречное включения индуктивно-связанных катушек. Последовательное соединение индуктивно-связанных катушек. Экспериментальное определение одноименных зажимов и взаимной индуктивности. «Развя- | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

| | | | | |
|---|----|-------|---|---------------------------------|
| | | | зывание» индуктивных связей. Трансформатор в линейном режиме. Совершенный и идеальный трансформаторы. Согласующий трансформатор. | |
| 4 | 4 | 15,16 | Трехфазные цепи. Основные понятия и определения. Соединения звездой и треугольником. Способы соединения генератора и нагрузки в трехфазных цепях. Определения последовательности чередования фаз. Комплексная, активная, реактивная и полная мощности. Трехфазные генератор, двигатели и трансформатор. Преимущества трехфазных цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 5 | 4 | 17,18 | Цепи с несинусоидальными источниками питания. Представление периодических несинусоидальных величин рядами Фурье. Свойства рядов Фурье. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных токов и напряжений. Активная и полная мощности. Коэффициенты формы, амплитуды и искажения. Метод расчета цепей с несинусоидальными периодическими источниками. Резонансные явления. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 6 | 4 | 19,20 | Основы теории четырехполосников. Формы уравнений четырехполосника. Коэффициенты четырехполосников, формулы связи для различных форм, методы определения. Пассивные четырехполосники, эквивалентные канонические схемы. Симметричный четырехполосник, канонические неуравновешенные и уравновешенные схемы. Управляемые (зависимые) источники напряжения и тока. Гиратор, конвертор сопротивления и идеальный трансформатор. Характеристические (вторичные) параметры пассивных четырехполосников. Уравнение четырехполосника в гиперболических функциях. Соединения четырехполосников, расчет с применением различных форм уравнений. Активные автономные четырехполосники. Многополосники. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 7 | 2 | 21 | Фильтры. Классификация. Реактивные фильтры. Фильтры по характеристическим параметрам. Г-, П- и Т – образные звенья фильтров. Условия прозрачности фильтра. Фильтры типа к. Фильтры типа m. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| | | | Семестр 4 | |
| 8 | 12 | 22-27 | Переходные процессы в эл. цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета. Законы коммутации. Полное решение неоднородного дифференциального уравнения. Свободный и принужденный режимы. Независимые и зависимые начальные условия. Переходной процесс в RC-цепи при включении к источнику постоянного напряжения. Переходной процесс в RL-цепи при включении к источнику постоянного напряжения. Разряд конденсатора на сопротивление. Разряд конденсатора на последовательно соединенные R и L. Случаи вещественных и разных, вещественных и равных и комплексных корней. Порядок расчета переходного процесса классическим методом. Операторный метод расчета переходных процессов. Преобразования Лапласа. Изображения основных функций. Закон Ома в | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

| | | | | |
|----|---|-------|--|---------------------------------|
| | | | <p>операторной форме. Эквивалентная операторная схема. Порядок расчета переходного процесса операторным методом. Теорема разложения. Интеграл Дюамеля. Функция Хевисайда, ее свойства. Расчет переходного процесса при включении пассивного двухполюсника к источнику непрерывно изменяющегося напряжения с помощью интеграла Дюамеля с использованием переходной функции единичного скачка. Функции Дирака, ее свойства. Расчет переходного процесса при включении пассивного двухполюсника к источнику непрерывно изменяющегося напряжения с помощью интеграла Дюамеля с использованием переходной функции единичного импульса. Расчет переходного процесса с помощью интеграла Дюамеля при включении пассивного двухполюсника к источнику напряжения произвольной формы. Расчет в случае активного двухполюсника.</p> | |
| 9 | 4 | 28,29 | <p>Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме.</p> <p>Уравнения длинной линии при произвольном изменении тока и напряжения во времени. Уравнения длинной линии при синусоидальных токах и напряжениях. Напряжение и ток в линии, вторичные параметры. Прямая и отраженная волны. Фазовая скорость и длина волны. Уравнения длинной линии в гиперболических функциях. Входное сопротивление линии. Линия с согласованной нагрузкой. Линия без искажений. Линия без потерь. Линия без потерь с согласованной нагрузкой. Стоячие волны в линии, режим холостого хода. Стоячие волны в линии, режим короткого замыкания. Входное сопротивление линии в режимах холостого хода и короткого замыкания. Трансформаторы сопротивления на отрезках линии. Смешанные волны в линии. Коэффициенты отражения, стоячей и бегущей волны.</p> | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 6 | 30-32 | <p>Нелинейные цепи постоянного и переменного тока.</p> <p>Нелинейные элементы электрической цепи. Методы расчета нелинейных цепей. Графический метод расчета параллельного соединения нелинейных элементов. Графический метод расчета последовательного соединений нелинейных элементов. Методы расчета нелинейных цепей переменного тока.</p> | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 11 | 2 | 33 | <p>Магнитные цепи.</p> <p>Законы Кирхгофа. Магнитное сопротивление участка цепи. Закон Ома для магнитной цепи. Заключение.</p> | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 8 | 34-37 | <p>Электростатическое поле. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде.</p> <p>Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля. Электрическое поле – поле потенциальное. Силовые и эквипотенциальные линии. Основные уравнения электрического поля. Вектор электрической индукции. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах записи. Граничные условия в электростатическом поле. Уравнения Пуассона и уравнение Лапласа.</p> <p>Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Плотность тока. Закон Ома в дифференциальной</p> | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

| | | | | |
|----|---|-------|---|---------------------------------|
| | | | форме. Первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме. Граничные условия в проводящей среде. Система уравнений электрического поля в проводящей среде. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме. Аналогия между электрическим полем в проводящей среде и электростатическим полем в диэлектрической среде. | |
| 13 | 6 | 38-40 | Магнитное поле постоянного тока. Основные величины, характеризующие магнитное поле. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах. Условие на границе раздела двух сред, различных в магнитном отношении. Принцип непрерывности магнитного поля. Магнитный поток. Скалярный потенциал магнитного поля. Векторный потенциал магнитного поля. Аналогия между электрическими полями и магнитным полем. Моделирование полей. Система уравнений магнитного поля постоянного тока. Расчет полей по уравнениям Максвелла. Магнитное поле ферромагнитной трубы с током. Электрическое поле заряженной трубы. Расчет полей методом зеркальных изображений. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 14 | 4 | 41,42 | Переменное электромагнитное поле. Ур-ние Максвелла. Плоская электромагнитная волна. Основные уравнения переменного электромагнитного поля. Первое уравнение Максвелла. Уравнения Максвелла в комплексной форме записи. Условие на границе раздела двух сред. Теорема Умова-Пойтинга. Электродинамические потенциалы. Излучение электромагнитного поля. Плоская электромагнитная волна. Плоская волна в диэлектрической среде. Коэффициенты отражения и преломления. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде. Переходные процессы в электромагнитном поле. Высокочастотный нагрев металлических деталей и несовершенных диэлектриков. Плоская электромагнитная волна в полупроводящей среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Понятие о волноводах и объемных резонаторах. Поверхностный эффект. Распределение плотности тока и магнитного потока при поверхностном эффекте. Эффект близости. Глубина проникновения и длина волны в проводящей среде. Электромагнитное экранирование. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

6. Содержание коллоквиумов

| № темы | Всего часов | № коллоквиума | Тема коллоквиума. Вопросы, отрабатываемые на коллоквиуме | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|---------------|--|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | Семестр 3 | |

| | | | | |
|----|---|---|--|---------------------------------|
| 4 | 4 | 1 | Трехфазные цепи. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 5 | 4 | 2 | Цепи с несинусоидальными источниками питания | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 6 | | 3 | Основы теории четырехполюсников | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| | | | Семестр 4 | |
| 8 | 2 | 4 | Переходные процессы в эл. цепях с сосредоточенными параметрами и методы их расчета | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 9 | 2 | 5 | Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 4 | 6 | Нелинейные цепи постоянного и переменного тока | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 11 | 2 | 7 | Магнитные цепи. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 2 | 8 | Электростатическое поле. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

7. Перечень практических занятий

| № темы | Всего часов | № занятия | Тема практического занятия. Вопросы, отрабатываемые на практическом занятии | Учебно-методическое обеспечение |
|--------|-------------|-----------|--|---------------------------------|
| | | | Семестр 3 | |
| 1 | 4 | 1-2 | Вводное занятие. Цепи постоянного тока. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 2 | 4 | 3-4 | Цепи синусоидального тока. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 3 | 2 | 5 | Индуктивно-связанные электрические цепи. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 4 | 2 | 6 | Трехфазные цепи. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 5 | 2 | 7 | Цепи с несинусоидальными источниками питания. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 6 | 2 | 8 | Основы теории четырехполюсников. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 7 | 2 | 9 | Фильтры | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| | | | Семестр 4 | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 8 | 6 | 10-12 | Переходные процессы в эл. цепях. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 9 | 2 | 13 | Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 2 | 14 | Нелинейные цепи. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 11 | 2 | 15 | Магнитные цепи. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 2 | 16 | Электростатическое поле. | 15.1.(1-5,6-10) |

| | | | | |
|----|---|----|-----------------------------------|---------------------------------|
| | | | | 15.2., 15.3. |
| 13 | 2 | 17 | Магнитное поле постоянных токов. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 14 | 2 | 18 | Переменное электромагнитное поле. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

8. Перечень лабораторных работ

| № темы | Всего, час. | № занятия | Наименование лабораторной работы. Вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии | Учебно-методическое обеспечение |
|------------------|-------------|-----------|---|---------------------------------|
| 3 семестр | | | | |
| 1 | 8 | 1-4 | Вводное занятие. Исследование линейной электрической цепи постоянного тока | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 2 | 8 | 5-8 | Исследование линейной электрической цепи переменного тока | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 3 | 6 | 9-11 | Исследование электрических цепей со взаимной индуктивностью | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 4 | 8 | 12-15 | Исследование 3-х фазных цепей синусоидального тока | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 6 | 6 | 16-18 | Исследование пассивного четырехполюсника | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 4 семестр | | | | |
| 8 | 6 | 19-21 | Исследование переходных процессов в цепях первого и второго порядков | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 6 | 22-24 | Исследование нелинейных электрических цепей постоянного тока | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 6 | 25-27 | Исследование феррорезонансных явлений в нелинейных цепях переменного тока. Заключительное занятие. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 6 | 28-30 | Определение частичных емкостей, емкостных и потенциальных коэффициентов электростатической индукции трехжильного кабеля. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 6 | 31-33 | Моделирование электрических плоскопараллельных полей методом проводящего листа. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 13 | 6 | 34-36 | Моделирование магнитного поля рассеяния в воздушном зазоре электрической машины постоянного тока методом проводящего листа. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

9. Задания для самостоятельной работы студентов

| № темы | Всего часов | Вопросы для самостоятельного изучения (задания) | Учебно-методическое обеспечение |
|------------------|-------------|--|---------------------------------|
| Семестр 3 | | | |
| 1 | 16 | Цепи постоянного тока. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 2 | 14 | Цепи синусоидального тока. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 3 | 16 | Индуктивно-связанные электрические цепи. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) |

| | | | |
|------------------|----|---|---------------------------------|
| | | | 15.2., 15.3. |
| 4 | 14 | Трехфазные цепи. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 5 | 20 | Цепи с несинусоидальными источниками питания. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 6 | 18 | Основы теории четырехполюсников. Расчет четырехполюсников. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 7 | 10 | Фильтры. Методы расчета. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| Семестр 4 | | | |
| 8 | 16 | Переходные процессы в эл. цепях. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 9 | 16 | Цепи с распределенными параметрами в установившемся режиме. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 10 | 14 | Нелинейные цепи постоянного и переменного тока. Расчет цепей. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 11 | 14 | Магнитные цепи. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 12 | 16 | Электростатическое поле. Электрическое поле в проводящей среде. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 13 | 16 | Магнитное поле постоянных токов. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |
| 14 | 16 | Переменное электромагнитное поле. Ур-ние Максвелла. Плоская электромагнитная волна. | 15.1.(1-5,6-10) 15.2., 15.3. |

10. Расчетно-графическая работа

Часть I (3 семестр)

Цепи постоянного и синусоидального токов

11. Курсовая работа – не предусмотрены учебным планом

12. Курсовой проект – не предусмотрены учебным планом

13. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины «Теоретические основы электротехники» должны сформироваться общепрофессиональные компетенции ОПК-2, ОПК-3, для формирования которых необходимы базовые знания фундаментальных разделов дисциплин Б.1.1.5 «Высшая математика», Б.1.1.7 «Физика».

| Название и шифр компетенции | Шифр состав-ных частей | Составные части | Критерии оценивания | | |
|--|------------------------|---|-----------------------------|---|-------------------|
| | | | Проме-жуточ-ная аттеста-ция | Типовые задания | Шкала оценива-ния |
| способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспери- | А | Знает: соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессио- | | В соответствии с пунктами 8, 13.2. 15.2. 15.3. Отчет по вы- | зачтено / |

| | | | | | |
|--|----------|---|--------------|---|-----------------------------|
| ментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК- 2) | | нальных задач | Зачет | полнению лаб. работ. Вопросы и тестовые задания. Собеседование. | не зачтено |
| | Б | Умеет: применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | | | |
| | В | Владеет: навыками применения физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач | | | |
| способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3) | А | Знает: методы анализа и моделирования электрических цепей и устройств на их основе | Зачет | В соответствии с пунктами 8, 13.2. 15.2. 15.3. Отчет по выполнению лаб. работ. Вопросы и тестовые задания. Собеседование. | зачтено / не зачтено |
| | Б | Умеет: использовать методы анализа и моделирования электрических цепей, проводить теоретический анализ и экспериментальные исследования основных видов электрических цепей и устройств на их основе, работать с системой автоматизированного анализа и проектирования электрических цепей | | | |
| | В | Владеет: навыками использования методов анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей, средствами обработки и оценки погрешности результатов измерений | | | |

13.1. Вопросы для зачета

1. Определение линейных и нелинейных электрических цепей. Источник э.д.с. и источник тока. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи.
2. Напряжение на участке цепи. Закон Ома для участка цепи без и с источником э.д.с.
3. Первый и второй законы Кирхгофа.
4. Расчет электрических цепей с помощью законов Кирхгофа. Уравнение электрического баланса в электрических цепях.
5. Метод контурных токов.
6. Принцип наложения и метод наложения.
7. Входные и взаимные проводимости ветвей. Входное сопротивление.
8. Теорема взаимности.
9. Теорема компенсации.

10. Линейные соотношения в электрических цепях.
11. Изменение токов ветвей, вызванные приращением сопротивления одной ветви.
12. Метод узловых потенциалов.
13. Преобразования звезды в треугольник и треугольника в звезду.
14. Теорема об эквивалентном генераторе.
15. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке.
16. Графы электрических цепей. Топологические матрицы. Первый и второй законы Кирхгофа.
17. Табличный метод расчета электрических цепей.
18. Метод узловых потенциалов с использованием графов и матриц.
19. Синусоидальный ток и основные величины, характеризующие его. Среднее и действующее значения синусоидальной величины.
20. Изображение синусоидально изменяющихся величин векторами на комплексной плоскости.
21. Первый и второй законы Кирхгофа в комплексной форме.
22. Резистор, катушка индуктивности и конденсатор в цепи переменного тока. Диссипативные и реактивные элементы цепи.
23. Последовательное и параллельное соединение диссипативного и реактивного элементов. Полные сопротивления и проводимости.
24. Активная, реактивная, полная и комплексная мощности. Измерение мощности ваттметром.
25. Баланс активных и реактивных мощностей.
26. Передача энергии от активного двухполюсника нагрузке в цепи синусоидального тока.
27. Цепи со взаимной индукцией.
28. Последовательное соединение индуктивно связанных катушек.
29. Экспериментальное определение одноименных зажимов и взаимной индуктивности.
30. "Развязывание" магнитно-связанных цепей.
31. Резонанс напряжений. Последовательный резонансный контур. Резонансная частота, добротность и характеристическое сопротивление. Частотные и резонансные характеристики. Полоса пропускания.
32. Энергетический смысл добротности. Добротности реальной катушки индуктивности и конденсатора.
33. Дуальные цепи.
34. Резонанс токов в параллельном резонансном контуре, образованном параллельным соединением G, L и C . Частотные и резонансные характеристики.
35. Резонанс токов в параллельном резонансном контуре, образованном параллельным соединением ветвей с R, L и R, C . Частотные и резонансные характеристики.
36. Трансформатор в линейном режиме.
37. Совершенный и идеальный трансформаторы.
38. Согласующий трансформатор.
39. Трехфазные цепи. Основные понятия и определения. Соединения звездой и треугольником обмоток генератора.
40. Способы соединения генератора и нагрузки в трехфазных цепях.
41. Комплексная, активная, реактивная и полная мощности. Преимущества трехфазных цепей.
42. Цепи с периодическими несинусоидальными источниками. Представление периодических несинусоидальных величин рядами Фурье. Свойства рядов Фурье.
43. Максимальные, действующие и средние значения несинусоидальных токов и напряжений. Активная и полная мощности. Коэффициенты формы, амплитуды и искажения.
44. Метод расчета цепей с несинусоидальными периодическими источниками.
45. Четырехполюсники и формы уравнений четырехполюсника.
46. Коэффициенты четырехполюсников, формулы связи для различных форм, методы определения.
47. Пассивные четырехполюсники, эквивалентные канонические схемы.
48. Симметричный четырехполюсник, канонические неуравновешенные и уравновешенные схемы.

49. Управляемые (зависимые) источники напряжения и тока.
50. Гиратор, конвертор сопротивления и идеальный трансформатор.
51. Характеристические (вторичные) параметры пассивных четырехполюсников.
52. Уравнение четырехполюсника в гиперболических функциях.
53. Соединения четырехполюсников, расчет с применением различных форм уравнений.
54. Активные автономные четырехполюсники.
55. Многополюсники.
56. Электрические фильтры. Классификация.
57. Реактивные фильтры. Фильтры по характеристическим параметрам.
58. Г-, П- и Т – образные звенья фильтров.
59. Условия прозрачности фильтра.
60. Фильтры типа к.
61. Фильтры типа m.

13.2. Вопросы для экзамена

1. Переходные процессы в линейных электрических цепях. Законы коммутации.
2. Полное решение неоднородного дифференциального уравнения. Свободный и принужденный режимы. Независимые и зависимые начальные условия.
3. Переходной процесс в RC-цепи при включении к источнику постоянного напряжения.
4. Переходной процесс в RL-цепи при включении к источнику постоянного напряжения.
5. Разряд конденсатора на сопротивление.
6. Разряд конденсатора на последовательно соединенные R и L. Случай вещественных и разных корней.
7. Разряд конденсатора на последовательно соединенные R и L. Случай комплексных корней.
8. Разряд конденсатора на последовательно соединенные R и L. Случай вещественных и равных корней.
9. Порядок расчета переходного процесса классическим методом.
10. Операторный метод расчета переходных процессов. Преобразования Лапласа. Изображения основных функций.
11. Закон Ома в операторной форме. Эквивалентная операторная схема.
12. Порядок расчета переходного процесса операторным методом.
13. Теорема разложения.
14. Интеграл Дюамеля. Функция Хэвисайда, ее свойства. Расчет переходного процесса при включении пассивного двухполюсника к источнику непрерывно изменяющегося напряжения с помощью интеграла Дюамеля с использованием переходной функции единичного скачка.
15. Функции Дирака, ее свойства. Расчет переходного процесса при включении пассивного двухполюсника к источнику непрерывно изменяющегося напряжения с помощью интеграла Дюамеля с использованием переходной функции единичного импульса.
16. Расчет переходного процесса с помощью интеграла Дюамеля при включении пассивного двухполюсника к источнику напряжения произвольной формы. Расчет в случае активного двухполюсника.
17. Цепи с распределенными параметрами, уравнения длинной линии при произвольном изменении тока и напряжения во времени.
18. Уравнения длинной линии при синусоидальных токах и напряжениях. Напряжение и ток в линии, вторичные параметры.
19. Прямая и отраженная волны. Фазовая скорость и длина волны.
20. Уравнения длинной линии в гиперболических функциях. Входное сопротивление линии.
21. Линия с согласованной нагрузкой. Линия без искажений.
22. Линия без потерь. Линия без потерь с согласованной нагрузкой.
23. Стоячие волны в линии, режим холостого хода.
24. Стоячие волны в линии, режим короткого замыкания.
25. Входное сопротивление линии в режимах холостого хода и короткого замыкания. Трансформаторы сопротивления на отрезках линии.
26. Смешанные волны в линии. Коэффициенты отражения, стоячей и бегущей волны.
27. Нелинейные цепи. Нелинейные элементы электрической цепи. Комбинационные частоты.

28. Методы расчета нелинейных цепей. Графический метод расчета параллельного соединения нелинейных элементов.
29. Графический метод расчета последовательного соединений нелинейных элементов.
30. Магнитные цепи. Законы Кирхгофа.
31. Магнитное сопротивление участка цепи. Закон Ома для магнитной цепи.
32. Электростатическое поле. Закон Кулона. Напряженность и потенциал электростатического поля.
33. Электрическое поле – поле потенциальное. Силовые и эквипотенциальные линии.
34. Основные уравнения электрического поля. Вектор электрической индукции.
35. Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной форме записи.
36. Граничные условия в электростатическом поле. Уравнения Пуассона и уравнение Лапласа.
37. Электрическое поле постоянного тока в проводящей среде. Закон Ома в дифференциальной форме.
38. Первый и второй законы Кирхгофа в дифференциальной форме. Граничные условия в проводящей среде.
39. Система уравнений электрического поля в проводящей среде. Закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме.
40. Аналогия между электрическим полем в проводящей среде и электростатическим полем в диэлектрической среде.
41. Магнитное поле постоянного тока.
42. Закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах.
43. Условие на границе раздела двух сред, различных в магнитном отношении.
44. Принцип непрерывности магнитного поля.
45. Магнитный поток. Скалярный потенциал магнитного поля. Векторный потенциал магнитного поля.
46. Аналогия между электрическими полями и магнитным полем. Система уравнений магнитного поля постоянного тока.
47. Расчет полей по уравнениям Максвелла.
48. Магнитное поле ферромагнитной трубы с током. Электрическое поле заряженной трубы.
49. Расчет полей методом зеркальных изображений.
50. Основные уравнения переменного электромагнитного поля.
51. Первое уравнение Максвелла.
52. Уравнения Максвелла в комплексной форме записи. Условие на границе раздела двух сред.
53. Теорема Умова-Пойтинга.
54. Электродинамические потенциалы. Излучение электромагнитного поля.
55. Плоская волна в диэлектрической среде. Коэффициенты отражения и преломления.
56. Плоская электромагнитная волна в проводящей среде.
57. Плоская электромагнитная волна в полупроводящей среде. Комплексная диэлектрическая проницаемость.
58. Поверхностный эффект. Распределение плотности тока и магнитного потока при поверхностном эффекте.
59. Глубина проникновения и длина волны в проводящей среде. Электромагнитное экранирование.
60. Переходные процессы в электромагнитном поле.
61. Высокочастотный нагрев металлических деталей и несовершенных диэлектриков.
62. Понятие о волноводах и объемных резонаторах.

13.3. Тестовые задания по дисциплине

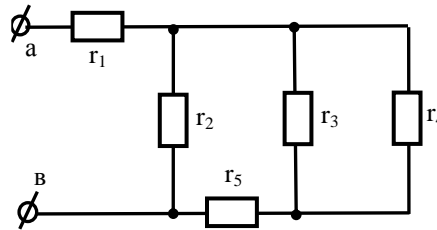
Тестовые задания по 75 вариантам выдаются на кафедре ЭТЭ, а также находятся у преподавателя (пример тестового задания)

Электрические цепи постоянного тока

1

1.

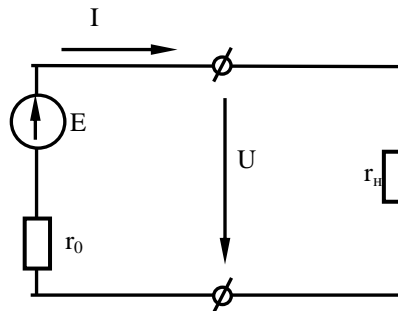
Определить входное сопротивление r_{ab}
 Дано: $r_1=5 \text{ Ом}$;
 $r_3=r_2=r_4=20 \text{ Ом}$;
 $r_5=10 \text{ Ом}$.
 $r_{ab}=?$



1. $r_{ab} = 15 \text{ Ом}$
2. $r_{ab} = 75 \text{ Ом}$
3. $r_{ab} = 14,6 \text{ Ом}$
4. $r_{ab} = 25 \text{ Ом}$

2.

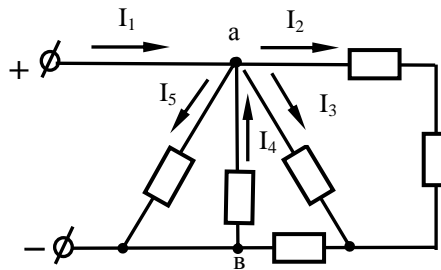
Напишите закон Ома для полной цепи.



1. $I = E / (r_0 + r_H)$
2. $I = (E - U) / (r_0 + r_H)$
3. $I = U / (r_0 + r_H)$
4. $I = U / r_0$

3.

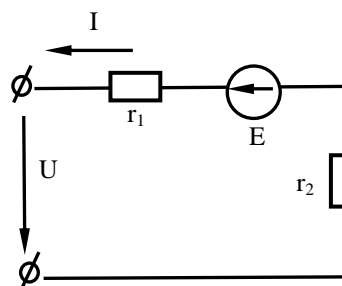
Напишите уравнение по 1 закону Кирхгофа для узла «а»



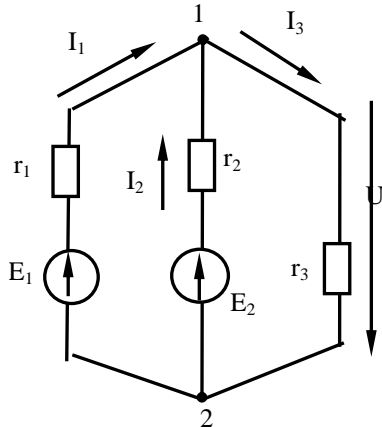
1. $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 - I_5 = 0$
2. $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0$
3. $I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 = 0$
4. $I_1 - I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$

4.

Составить уравнение баланса



1. $E I - U I = (r_1 + r_2) I^2$
2. $E I = U I - (r_1 + r_2) I^2$
3. $E I + U I = (r_1 + r_2) I^2$
4. $U I = E I + (r_1 + r_2) I^2$

| | | |
|-----------|---|---|
| <p>5.</p> | <p>Дано; $E_1=120\text{В}$; $E_2=125\text{В}$; $r_1=0,1\ \text{Ом}$; $r_2=0,125\ \text{Ом}$; $r_3=0,25\ \text{Ом}$.</p> <p>Пользуясь методом узлового напряжения определить токи во всех ветвях</p> |  <p>1. $I_1=200\ \text{А}$; $I_2=200\ \text{А}$ $I_3=400\ \text{А}$; 2. $I_1=2200\ \text{А}$; $I_2=1800\ \text{А}$; $I_3=400\ \text{А}$; 3. $I_1=1200\ \text{А}$; $I_2=1000\ \text{А}$ $I_3=2200\ \text{А}$; 4. $I_1=100\ \text{А}$; $I_2=600\ \text{А}$; $I_3=400\ \text{А}$.</p> |
|-----------|---|---|

14. Образовательные технологии

По курсу «Теоретические основы электротехники» при выполнении практических и лабораторных работ используется программное обеспечение: Electronics Workbench, CorelDraw, Photoshop, MathCad, Matlab.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

15.1. Список основной и дополнительной литературы по дисциплине

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

- Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учеб. / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - СПб. ; М.; Краснодар : Лань, (2009, 2006) - 432 с. (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0699-9 (Шифр 621.3(075)/А92). Имеется электронный аналог печатного издания.
Экземпляры всего: 14
- Атабеков, Г. И. Основы теории цепей [Электронный ресурс] : учеб. / Г. И. Атабеков. - 3-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2009. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM). - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Систем. требования: Pentium III 900 МГц ; Adobe Acrobat Reader. - Загл. с этикетки диска. - Электронный аналог печатного издания. - Диски помещены в контейнер 14x12 см.
Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/Ld_13.pdf
- Башарин, С. А. Теоретические основы электротехники. Теория электрических цепей и электромагнитного поля : учеб. пособие / С. А. Башарин, В. В. Федоров. - 3-е изд., испр. - М. : ИЦ "Академия", (2010, 2008, 2007). - 304 с. - (Высшее профессиональное образование). - Гриф: допущено УМО по образованию в обл. энергетики и электротехники в качестве учеб. пособия для студ. вузов, обуч. по напр. подгот. "электротехника, электромеханика и электротехнологии". - ISBN 978-5-7695-5179-6.
Экземпляры всего: 61

4. Демирчян, К. С. Теоретические основы электротехники : учеб. / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин. - 5-е изд. - СПб. [и др.] : Питер, (2009) . - (Учебник для вузов). Т. 2. - (2009). - 432 с.- Гриф: допущено М-вом образования и науки РФ в качестве учеб. для студ. вузов, обучающихся по направлениям подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика". - ISBN 978-5-388-00411-6.
Экземпляры всего: 110
5. Сивяков, Б. К. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] : учеб. пособие для студ. спец. 100400, 200500, 210100, 210300 / Б. К. Сивяков, И. Л. Дубинская, С. В. Осипова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Саратовский гос. техн. ун-т.-Электрон. текстовые дан.-Саратов: СГТУ, 2010.
Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak%20335_10.pdf

Дополнительная литература

6. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник / Л. А. Бессонов. - 11-е изд., испр. и доп. - М. : Гардарики, 2013, 2007, 2006, 2002). - 701 с.- Гриф: допущено М-вом образования Рос. Федерации в качестве учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям подгот. дипломир. спец. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", "Электроэнергетика", "Приборостроение". - ISBN 5-8297-0159-6.
Экземпляры всего: 76
7. Сборник задач по теоретическим основам электротехники : учеб. пособие / Л. А. Бессонов [и др.] ; под ред. Л. А. Бессонова, 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, (1988, 1980). - 472 с. : ил. ; 22см. - Гриф: допущено М-вом высш. и сред. спец. образования СССР в качестве учеб. пособия для студ. энегет. и приборостроит. спец. вузов.
Экземпляры всего: 267
8. Расчет трехфазных цепей с несинусоидальными ЭДС [Электронный ресурс] : метод. указания к выполнению расчетно-графической работы по курсу "Теоретические основы электротехники" для студ. спец. 100400 / Сарат. гос. техн. ун-т ; сост.: Б. К. Сивяков, С. В. Осипова, А. В. Цыганков. - Саратов : СГТУ, 2007.
Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/zak%20408_07.pdf
9. Атабеков, Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи : учеб. пособие / Г. И. Атабеков. - 6-е изд., стереотип.- СПб.; М.; Краснодар : Лань, 2008. - 592 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0800-9.
Экземпляры всего: 50

10. Жаворонков, М. А. Электротехника и электроника [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М. А. Жаворонков. - 2-е изд., стер. - Электрон. текстовые дан. - М. : ИЦ "Академия", (2008). - 1 эл. опт. диск (DVD-ROM). - - Гриф: допущено Умо по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учеб. пособия для студ. соц. вузов, техн. отделений гуманитар. вузов и вузов неэлектротехн. профиля. - Электронный аналог печатного издания.

Режим доступа: http://lib.sstu.ru/books/Ld_69.rar

15.2 ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

Учебные материалы по дисциплине «Теоретические основы электротехники» (лекции, презентации, пособия для изучения курса, методические указания по выполнению лабораторных и практических работ и др.), электронный учебно-методический комплекс «Основы электротехники» необходимо использовать студентам на сайте СГТУ в ИОС (информационно-образовательная среда).

1. <http://lib.sstu.ru/> - научная электронная библиотека СГТУ
2. <http://benran.ru> – библиотека по естественным наукам РАН
3. <http://lib.mexmat.ru> – электронная библиотека механико-математического факультета МГУ
4. <http://elibrary.ru> – научная электронная библиотека

15.3. Источник ИОС СГТУ

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.1.10-3/default.aspx>

<https://portal3.sstu.ru/Facult/EF/ETE/13.03.02-3/B.1.1.10-4/default.aspx>

16. Материально-техническое обеспечение

Лекционные занятия проводятся в аудиториях со стандартным оснащением площадью не менее 40 м².

Для проведения практических и лабораторных занятий используются лаборатории кафедры ЭТЭ: 1 – площадь 60 кв.м, 2 - площадь 60 кв.м, 3 – площадь 80 кв.м., каждая оборудована мультимедийными средствами: мультимедийный проектор, экран для демонстрации презентаций, интерактивная доска, компьютер с выходом в Интернет; программные средства для мультимедийных презентаций.

Для самостоятельной работы студентов используются лаборатория кафедры ЭТЭ, оснащенная шестью компьютерами и аудитория с тремя компьютерами.

При проведении занятий преподаватель использует:

- раздаточный материал для практических занятий;
- учебный материал в электронном виде (методические указания по выполнению СРС, лабораторных и практических заданий);
- презентации лекционного курса;
- наглядные пособия.

При выполнении СРС студенты могут пользоваться разработанными преподавателями кафедры методическими указаниями, размещенными в ИОС.

На лекционных занятиях применяются интерактивные задания из электронного учебно-методического комплекса «ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ», авторы С. Б. Беневоленский, А. Л. Марченко.